
Ute Mischke & Brigitte Nixdorf (Hrsg.)

**Gewässerreport (Nr. 10):
„Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur
Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“**

Zitiervorschlag:

Mischke, U. & Nixdorf, B. (Hrsg.), 2008, Gewässerreport (Nr. 10): „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2
ISSN 1434-6834

Herausgeber:**Dr. Ute Mischke**

Leibniz-Institut für Gewässerökologie
und Binnenfischerei (IGB) im
Forschungsverbund Berlin e.V.
Abt. 2, Limnologie von Flusseen

Müggelseedamm 310
12587 Berlin
Tel.: 030 6418-16 90
Fax: 030 6418-17 99
E-Mail: mischke@igb-berlin.de



Brandenburgische Technische Universität Cottbus

**Professor Dr. rer. nat. habil.
Brigitte Nixdorf**

Lehrstuhl Gewässerschutz
Fakultät 4 – Umweltwissenschaften und
Verfahrenstechnik
Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Forschungsstation Bad Saarow
Seestraße 45
15526 Bad Saarow
Tel.: 033631 2028
Fax: 033631 5200
E-Mail: b.nixdorf@t-online.de

Umschlagbilder: Mischke, U. & G. Potratz (WTV, 1997)

Die Aktuelle Reihe wird von der Fakultät Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus im Eigenverlag herausgegeben.

Geschäftsführender Herausgeber:

Prof. Dr. Lothar Knopp / Lehrstuhl für Staatsrecht, Verwaltungsrecht und Umweltrecht
ISSN 1434-6834

ISBN 978-3-940471-06-2

Brandenburgische Technische Universität, IKMZ-Universitätsbibliothek, Cottbus

Inhaltsverzeichnis

Brigitte Nixdorf & Ute Mischke

Vorwort	5
---------------	---

Ute Mischke, Ursula Riedmüller, Eberhard Hoehn & Brigitte Nixdorf

Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05)	7
--	---

Ute Mischke, Ursula Riedmüller, Eberhard Hoehn, Ilka Schönfelder & Brigitte Nixdorf

Description of the German system for phytoplankton-based assessment of lakes for implementation of the EU Water Framework Directive (WFD)	117
--	-----

*Brigitte Nixdorf, Eberhard Hoehn, Ursula Riedmüller, Ute Mischke, Ilka Schönfelder
& Mandy Bahnwart*

Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL	147
---	-----

Ute Mischke

Anleitung zur Verwendung des Bewertungsprogramms „PhytoSee“	185
---	-----

Ute Mischke, Wolf-Henning Kusber & Ursula Riedmüller

Auszüge aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons mit einem Vorschlag zur verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe für die Bewertung von natürlichen Seen der Ökoregionen Alpen und norddeutsches Tiefland	203
--	-----

Vorwort

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL 2000) beschäftigt Wasserforscher und Behörden in einer erfreulichen Weise: Erstmalig werden ökologische und gewässertypbezogene Bewertungsverfahren im nationalen Rahmen entwickelt und auf europäischer Ebene angepasst. Seit 1999 sind die Autoren dieses Gewässerreportes (Nr. 10) in Projekten zur Erstellung eines Bewertungsverfahrens für das Phytoplankton in natürlichen Seen eingebunden.

Die Verfahrensentwicklung begann mit einer umfassenden Literaturstudie zu Klassifizierungsverfahren von Seen (Knopf et al. 2000) und Flüssen (Nixdorf et al. 2000) anhand des Phytoplanktons. Diese internationale Literaturrecherche ergab, dass zwar gute Ansätze aus anderen Ökoregionen Europas vorhanden sind, diese sich jedoch nicht einfach auf die naturräumlichen Verhältnisse in Deutschland übertragen lassen oder nicht den vielfältigen Anforderungen der EU-WRRL genügen. Folglich beauftragte die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser die Autoren, ein WRRL konformes Bewertungssystem zu entwickeln, das aus vorhandenen Überwachungsdaten gewonnen werden sollte. Allerdings machte die Zusammenführung dieser heterogenen Datenbestände deutlich (Mischke et al. 2004), wie dringend eine Vereinheitlichung der Probenahmen und der mikroskopischen Erfassung erfolgen muss, da die einzelnen Bundesländer hierfür bisher sehr unterschiedliche Strategien praktizierten. Im Abschlussbericht Nixdorf et al. (2005) und (2006) wurden im Ergebnis die ersten Vorschläge für ein multimetrisches Bewertungssystem mittels Phytoplankton sowie zu seiner einheitlichen methodischen Erfassung beschrieben.

In dem darauf folgenden 2-jährigen Praxistest wurden diese Empfehlungen einer bundesweiten Prüfung insbesondere auf Praktikabilität und Plausibilität unterzogen. Vielfältige Modifikationen des ersten Bewertungsentwurfes wurden notwendig infolge der Abstimmungsprozesse mit den Praxispartnern in den Bundesländern, mit den Anwendern in speziell zu diesem Thema ausgerichteten Workshops, aber auch innerhalb der EU („Interkalibrierung“). Ökologische Bewertung nach WRRL heißt, die Reaktion des Phytoplanktons auf eine anthropogene Belastung auf Ebene seiner Biomasse *und* seiner taxonomischen Zusammensetzung (Arten / Algenklassen) in Form von biologischen Kenngrößen (Metrics) zu berücksichtigen. Für die vorliegende Bewertungsherleitung für die Biokomponente Phytoplankton wird der Begriff „Belastung“ eingrenzend als eine anthropogen beschleunigte Eutrophierung und als Abweichung von einem Referenzzustand verstanden, wobei dieser Zustand nicht mehr allein biomasseorientiert, sondern auch durch die völlig neu entwickelte Liste an Indikatorarten (PTSI) definiert wird.

Die Bewertung des Phytoplanktons erfolgt demnach mit einem multimetrischen Ansatz im Phyto-See-Index (PSI), der durch die Einbeziehung des Arteninventars sowie durch die neu definierten trophischen Referenzzustände in den meisten Fällen strenger ist als der in Deutschland bislang zur trophischen Einstufung von Seen verwendete LAWA-Index (1999). Um eine routinemäßige Bewertung einschließlich der Indikatorarten zu ermöglichen, wurde eine operative Taxaliste des Phytoplanktons mit Hinweisen für die Bestimmungstiefe sowie das Auswertungsprogramm „PhytoSee“ zur automatisierten Berechnung entwickelt, die zusammen eine schnelle Auswertung der standardisierten Messdaten erlauben.

Wir hoffen sehr, dass diese Zusammenfassung der Projektergebnisse als hilfreiche Anleitung zur Untersuchung und Bewertung unserer Seen anhand des Phytoplanktons dienen wird und sind für weitere Anregungen dankbar.

Brigitte Nixdorf und Ute Mischke im Februar 2008

Zusammenstellung vorbereitender Arbeiten für die Verfahrensentwicklung einer Bewertung von Seen mittels Phytoplankton

- Hoehn, E., Clasen, J., Scharf, W., Ketelaars, H.A.M., Nienhüser, A.E., Horn, H. Kersken, H. & Ewig, B. (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. ATT Technische Informationen 7. R. Oldenbourg Verlag München. Siegburg, 151 S.
- Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U. & Nixdorf, B. (2007): Seenbewertung mit Phytoplankton nach EG Wasserrahmenrichtlinie – Voraussetzungen und Erfahrungen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie. Tagungsbericht 2006 (Dresden), Werder, 338-342.
- Knopf, K., Hoehn, E., Mischke, U. & Nixdorf, B. (2000): Klassifizierungsverfahren von Seen anhand des Phytoplanktons. Teil I der Literaturstudie über „Ökologische Gewässerwertung – Phytoplankton“ im Auftrag der ATV/DVWK und LAWA-AG „Stehende Gewässer“, 100 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: Deneke, R. & Nixdorf, B. (Hrsg.), Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe BTU Cottbus 5/2002, 15-24.
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2006): Harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für die Bewertung von Seen und Flüssen nach EU-WRRL. <http://unio.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/> (11.09.2006).
- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2002): Möglichkeiten zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons – Aktueller Stand in Deutschland. In: R. Deneke & B. Nixdorf (Hrsg.), Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe 5/2002, 25-37.
- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2004): Routineauswertungen des Phytoplanktons: Möglichkeiten und Grenzen ihrer Nutzung für die Bewertung nach der EU-WRRL. Tagungsberichte der Jahrestagungen der DGL, Jahrestagung 2003 in Köln. 2004, 80-84.
- Mischke, U., Riedmüller, U. & Hoehn, E. (2006 & 2007): Tätigkeitsbericht zum LAWA-Vorhaben: Expertenunterstützung im europäischen Interkalibrierungsprozess der Bewertungsverfahren für Phytoplankton in Deutschland zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. LAWA-Projekt O 11.06 und O 1.07.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005): Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons. In: Feld, C. K., S. Rödiger, M. Sommerhäuser, & G. Friedrich: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Limnologie aktuell 11. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 105-120.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2006): Überarbeitete Fassung des Berichtes: Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, 190 S. Nur Internet-Version: <http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/downloads/projekte.htm>.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. & Schönfelder, I. (2005): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bericht 18.08.2005 Bad Saarow, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Probenahmevervorschrift.
- Nixdorf, B., Rektins, A. & Mischke, U. (2008): Standards and Thresholds of the EU Water Framework Directive (WFD) – Phytoplankton and Lakes. Chapter 26, p. 301-314, In: Schmidt, M., Glasson, J., Emmelin, L. & Helbron, H. (Eds.) Standards and Thresholds for Impact Assessment Series: Environmental Protection in the European Union, Vol. 3 Springer 2008, 493 p.
- Nixdorf, B., Riedmüller, U., Mischke, U. & Hoehn, E. (2000): Klassifizierungsverfahren für Fließgewässer anhand des Phytoplanktons. Teil II der Literaturstudie über „Ökologische Gewässerwertung – Phytoplankton“ im Auftrag der ATV/DVWK und LAWA-AG „Stehende Gewässer“, 61 S.
- Nixdorf, B. & Rücker, U. (2000): Bewertungen von Gewässerzuständen anhand der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton nach der EU-WRRL – Grenzen und offene Fragen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 1999.
- Riedmüller, U., Hoehn, E., Nixdorf, B. & Mischke, U. (2006): Bewertung der natürlichen Seen Deutschlands anhand des Phytoplanktons. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2005 (Karlsruhe), Berlin, 351-355.
- Rott, E., Salmaso, N. & Hoehn, E. (2007): Quality control of Utermöhl based phytoplankton biovolume estimates – an easy task or an Gordian knot. Hydrobiologia 578, 141-146.

Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05)

Ute Mischke¹, Ursula Riedmüller², Eberhard Hoehn² & Brigitte Nixdorf³

¹⁾ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V.,
Müggelseedamm 310, D-12561 Berlin, e-mail: mischke@igb-berlin.de

²⁾ LBH, Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg, e-mail: lbh@gmx.de

³⁾ Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz, Forschungsstation
Bad Saarow, Seestraße 45, D-15526 Bad Saarow, e-mail: b.nixdorf@t-online.de

Keywords: WFD, phytoplankton, indicators, assessment, instructions, biomass, taxa composition

Kurzfassung

In den Jahren 2005 und 2006 wurde in den Bundesländern Deutschlands ein bundesweiter Praxistest des durch Nixdorf et al. (2005b) vorgestellten Entwurfs für ein Bewertungsverfahren von Seen mittels Phytoplankton durchgeführt. Dieser Entwurf stellte eine Neuentwicklung und erstmalige nationale Vereinheitlichung auf den Gebieten der Probenahme in Seen, der mikroskopischen Auswertungsstrategie, der taxonomischen Bestimmungstiefe und Bezeichnung dar. Dem System liegen eine umfangreiche Indikatorliste sowie die Bewertungsdaten aus den weiteren Metrics „Phytoplanktonbiovolumen“ und „Algenklassenzusammensetzung“ zu Grunde. Deshalb war eine Vielzahl von neuartigen Vorgaben zu testen. Die Praktikabilität des Verfahrensentwurfs hinsichtlich der Probenahme und Auswertungsstrategie wurde durch die Anwender in den Bundesländern beurteilt und durch projektbegleitende Workshops und Schulungen demonstriert. Die Plausibilität der Bewertungsergebnisse wurde in den Umweltbehörden der Bundesländer geprüft und zum Teil umfangreichen statistischen Analysen unterzogen. In den europäischen Interkalibrationsgruppen, deren wichtigste Aufgabe die Harmonisierung und Verbesserung der Vergleichbarkeit der biologischen Bewertungsverfahren darstellt, wurden das Verfahren und die Bewertungsergebnisse ebenfalls geprüft. Die Verfahrensentwickler nutzten die während des Praxistests erhobenen und weitgehend standardisiert bearbeiteten Phytoplanktondaten deutscher Seen sowie die neu hinzugekommenen Bewertungsergebnisse zur Optimierung des Bewertungsverfahrens.

Im Ergebnis liegt nun eine stark überarbeitete Verfahrensvorschrift vor, die andere Grenzwerte und auch neue Kenngrößen zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons umfasst. Das neue Verfahren ist durch Vereinfachungen praxisorientiert entwickelt, was durch die überarbeitete Indikatorliste und eine Auswertungssoftware (Prototyp **PhytoSee**) unterstützt wird. Das Verfahren hat sich in seiner neuen Fassung im europäischen Rahmen als konformes Bewertungssystem der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Interkalibrierungsprozess bewährt. Das neue Verfahren bewertet die Seen im Vergleich zum bisherigen Entwurf (Nixdorf et al. 2005a) strenger. Dies führt zu einem höheren Anteil an Seen in Deutschland, für die ein Handlungsbedarf hinsichtlich der Verbesserung des trophischen Zustandes – indiziert durch den Belastungsanzeiger Phytoplankton – besteht. Die Bewertungsveranschärfung ist einerseits das Ergebnis von Vorgaben aus dem europäischen Interkalibrierungsprozess und entspricht andererseits der Expertenmeinung projektunabhängiger Spezialisten und Bundeslandvertreter. Allerdings sollten die erfolgten Verfahrensänderungen, die weitreichende Konsequenzen für die Bewertung und den Sanierungsbedarf deutscher Seen besitzen, in einem anschließenden LAWA-Projekt nochmals durch eine Feinabstimmungsprozedur für die nationale Umsetzung konsensfähig gemacht werden.

Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“, Programmjahr 2005**LAWA-/LABO-/LAGA-Nr.: O 5.05****Bezeichnung des Vorhabens: Praxistest Phytoplankton in Seen****Projektleitung:**

Prof. Dr. Brigitte Nixdorf,
BTU Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz

Projektbearbeiter:

Dr. Ute Mischke,
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V.



Ursula Riedmüller, LBH Freiburg
Eberhard Hoehn, LBH Freiburg

Zuarbeiten von:

Dr. Jacqueline Rücker, BTU Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz

Dr. Ilka Schönfelder, Büro für Diatomeenanalyse

Fachliche Begleitung:

LAWA-Unterarbeitskreis „Oberflächengewässer“ unter Leitung von **Dr. Eberhard Rohde / Dr. Jochen Schaumburg / Gudrun Plambeck**

Landesvertreter im LAWA-Expertenkreis „Biologische Bewertung von Seen und Interkalibrierung nach WRRL“ (2003–2007):

Dr. Gerald Ackermann, Dr. Karl-Heinz Christmann, Dr. Jens Poltz, Jörg Schönfelder, Dr. Jochen Schaumburg, Dr. Jürgen Mathes, Dr. Peter Loth, Gudrun Plambeck, Dr. Reiner Kümmerlin, Dr. Claudia Gallikowski, Andreas Gründel, Friedemann Gohr, Antje Köhler, Kerstin Jenemann, Dr. Eberhard Rohde und Dr. Susanne Wanner

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben des Praxistestes „Phytoplankton in Seen“.....	11
1.1	Ziel des Vorhabens	11
1.2	Projektaufgaben und Arbeitsschritte.....	11
2	Datensammlung, Auswahlkriterien und Eignungsprüfung aus den Untersuchungsprogrammen der Bundesländer im Rahmen des Praxistestes 2005–2006.....	13
3	Überarbeitete Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton	15
3.1	Bewertungssystem und Kenngrößen – eine Übersicht	15
3.1.1	Kenngrößen zur Ermittlung des Phyto-See-Index (PSI)	15
3.1.2	Einheiten des PSI und Umrechnung in den EQR	17
3.2	Methodenvorgaben für Probenahme und Analyse bei der Datenerhebung.....	17
3.2.1	Datenanforderung und Aufbereitung	18
3.2.2	Bestimmung des Gewässertyps	19
3.3	Schritt-für-Schritt-Berechnung des deutschen Phyto-See-Index (PSI)	20
3.3.1	Metric „Biomasse“	20
3.3.2	Metric „Algenklassen“	24
3.3.3	Bewertung nach Indikatortaxa (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index = PTSI).....	27
3.3.4	Fakultativer Diatomeen-Index, DI-PROF ermittelt aus Profundalproben.....	36
3.3.5	Berechnung der Gesamtbewertung des PSI (Phyto-See-Index)	39
3.3.6	Mindestanforderungen an die Eingangsdaten zur gesicherten Bewertung mittels PSI.....	40
4	PhytoSee – ein Auswertungsprogramm zur automatisierten Berechnung des Phyto-See-Index.....	43
5	Dokumentation der Änderungen im Bewertungsverfahren	47
5.1	Neue Festlegung der Referenztrophie je Seetyp.....	47
5.2	Überarbeitung der Biomasse-Kenngröße	51
5.2.1	Alpen und Voralpenseen	54
5.2.2	Seen des Tieflandes.....	57
5.3	Überarbeitung der Algenklassenkenngrößen.....	60
5.4	Überarbeitung des Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI).....	64
5.4.1	Ausgangssituation und Vorgehensweise	64
5.4.2	Alpen und Voralpenseen	69
5.4.3	Geschichtete Tieflandseen	71

5.4.4	Polymiktische Tieflandseen	73
5.4.5	Algenklassenzusammensetzung der Indikatorlisten	76
5.4.6	Fazit der Überarbeitung des PTSI.....	78
5.5	Diatomeenpräparate von Pelagialproben – Wie notwendig sind sie für die Bewertung?	80
6	Integration des überarbeiteten Bewertungsmoduls für planktische Diatomeen-Reste im Profundal (DI-PROF)	84
6.1	Beitrag der Kenngröße DI-PROF in Fällen unzureichender Erfassung pelagialer Diatomeen	84
6.2	Betrachtungen zur Kompatibilität des DI-PROF zum bestehenden Bewertungssystems Phytoplankton in Seen	86
6.3	Überprüfung des Bewertungsbeitrages des DI-PROF entlang zunehmender Trophie.....	88
7	Neufestlegung der Gewichtung der Metrics Biomasse, Algenklassen und PTSI für die Gesamtbewertung je Seetyp.....	94
7.1	Bewertung der Seen der Alpen und Voralpen linear korreliert zum LAWA-Trophie-Index	94
7.2	Spearman-Rangkorrelation zur Ermittlung der Gewichtungsfaktoren für die Bewertung der Alpen- und Voralpenseen.....	95
7.3	Bewertung der Tieflandseen korreliert zum LAWA-Trophie-Index.....	96
7.4	Spearman-Rangkorrelation für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren der Tieflandseenbewertung.....	97
8	Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse nach dem neuen Verfahren im Vergleich zum bisherigen Entwurf.....	99
8.1	Veränderung der Bewertung bei den Tieflandseen	99
8.2	Veränderung der Bewertung der Seen der Alpen- und Voralpenseen.....	103
9	Überarbeitung der Probennahmenvorschrift bezüglich des Probenahmezeitraumes	104
10	Durchführung von Workshops und Schulungen zum Verfahrensentwurf und zur Probenahme	107
11	Glossar.....	109
12	Literatur.....	111
13	Danksagung	114
14	Offene Fragen, Empfehlungen und Ausblick	115

1 Aufgaben des Praxistestes „Phytoplankton in Seen“

1.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist ein bundesweiter Test des Bewertungsverfahrens für Phytoplankton in natürlichen Seen zur Umsetzung der WRRL, das im August 2005 in einem ersten Entwurf (LAWA Projekt OK 5.90) vorgestellt wurde (Nixdorf et al. 2005b) und zu Beginn 2006 in einem zweiten modifizierten Entwurf zur Diskussion vorlag (Nixdorf et al. 2006). Laut Vertrag sollte dieser Test folgende Arbeitsaufgaben beinhalten:

- Anwendung des Verfahrens an einer ausreichenden Zahl von Messstellen aller für die Biokomponente Phytoplankton relevanten Gewässertypen
- Schulung der Anwender in den Bundesländern
- Auswertung der Testergebnisse und ggf. Korrekturen am Bewertungsverfahren einschließlich Aussagen zur Gesamtbewertung eines Seewasserkörpers

Der Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005b) enthielt neben der Verfahrensbeschreibung eine ausführliche Vorschrift für die Probenahme, für die mikroskopische Analyse der Proben nach dem Utermöhl-Verfahren sowie die erste nationale operative Taxaliste des Phytoplanktons.

Im Rahmen des Praxistests der Bundesländer sollte einerseits die Praktikabilität der Verfahrensanleitungen (Probenahme und mikroskopische Auswertungsstrategie) getestet sowie die Plausibilität der Bewertungsergebnisse des bisherigen Verfahrensentwurfes überprüft werden.

Der Verfahrenstest soll außerdem dafür genutzt werden, zusätzliche qualitativ hochwertige Daten aus Gewässern für die Untersuchungsjahre 2005 und 2006 zu gewinnen. Diese stellen für die Überarbeitung des auf Indikatorarten basierenden Bewertungsmetrics Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI)¹ insbesondere in den Seen des deutschen Tieflandes eine wesentliche Datengrundlage dar. Darüber hinaus sind die neuen Datensätze für die Interkalibrierung der Bewertungsverfahren nach WRRL nutzbar und ermöglichen ggf. die Bewertung bisher nicht bewertbarer Gewässertypen.

1.2 Projektaufgaben und Arbeitsschritte

Projektaufgaben:

- Bundesweiter Praxistest des Bewertungsverfahrens für Phytoplankton in natürlichen Seen
 - Überarbeiten der Seen-Datenbank (u.a. Typänderungen und Neudefinition von Wasserkörpern durch die Bundesländer) und Erweiterung mit Neudaten
 - Test des vorgeschlagenen Verfahrens
 - Verfahrensvalidierung u.a. unter Nutzung der Neudaten
 - Auswertung der Testergebnisse und statistische Auswertungen der Gesamtbewertung eines Seewasserkörpers

¹ Häufig benutzte Abkürzungen werden bei erstmaliger Nennung im Text erklärt, ansonsten finden sich diese auch im Glossar.

- Überarbeitung und Erweiterung des Bewertungsverfahrens
- Vermittlung des Verfahrens an die Ländervertreter ggf. vor Ort sowie Beratung und Schulung der Anwender bei der Probenahme
- Überprüfung der nicht abgesicherten Gewässertypen (Voralpentyp 1 bis 3, Tieflandseetyp 14)
- Methodenentwicklung und Erarbeitung einer Verfahrensvorschrift
 - Probennahme
 - Spezifizierung der in Arbeit befindlichen CEN-Norm² zur quantitativen Erfassung und taxonomischen Charakterisierung des Phytoplanktons für einen einheitlichen deutschen Standard
 - Überprüfung einer einheitlichen länderübergreifenden Methodik in enger Kooperation mit den entsprechenden Monitorings- und Bewertungseinrichtungen
- Entwicklung einer anwenderfreundlichen, formularbasierten Auswertungssoftware auf Basis einer Access-Datenbank
 - mit Gesamtliste des Phytoplanktons in Deutschland aller bisher quantitativ erfasster Taxa
 - Mindestanforderungstaxaliste speziell angepasst für das Verfahren in natürlichen Seen
 - Bestimmungshinweise und Photodokumentation der Indikatorarten³
 - Berechnungsmodule der Einzelindices und des Gesamtindex

² Fachbegriffe werden in einem Glossar erklärt.

³ Die Teilaufgabe „Bestimmungshinweise und Photodokumentation der Indikatorarten“ wurde aus Kostengründen nach einem Beschluss der LAWA-Arbeitsgruppe aus dem Programm gestrichen.

2 Datensammlung, Auswahlkriterien und Eignungsprüfung aus den Untersuchungsprogrammen der Bundesländer im Rahmen des Praxistestes 2005–2006

Zur Vervollständigung der nationalen Datenbank „Phytoplankton Seen“ wurden die Untersuchungsdaten aus den Jahren 2005 und 2006 aufgenommen, die im Rahmen des Praxistest der Bundesländern erhoben wurden (Arp & Deneke 2006, Arp 2007, Mischke 2006b und v.a.). Zusätzlich wurden auch die Befunde aus den Jahren 2003–2004 nachträglich in die Datenbank integriert, die für Auswertungen des ersten Verfahrensentwurfs (Nixdorf et al. 2005b) noch nicht zur Verfügung standen.

Die Neudaten aus den Jahren 2004 bis 2006 stellen nun 23 Prozent der verfügbaren Seen-Jahre in der deutschen Seendatenbank der Phytoplanktonbefunde (Abbildung 1). Innerhalb der Neudaten sind die Daten gleichmäßig zu je ein Drittel auf die Jahre 2004, 2005 und 2006 verteilt.

Die durchgeführten Untersuchungen waren nur zum Teil verfahrenskonform, da sie hinsichtlich Probenahmefrequenz, -zeitraum oder/und -entnahmetiefe sowie hinsichtlich der empfohlenen taxonomischen Bestimmungstiefe (Diatomeenpräparate) von den vorgegebenen Empfehlungen abwichen. Von allen geprüften Kriterien (Tabelle 2-1) wurden die vorgegebene Probenfrequenz, die Analyse von zusätzlichen pelagischen Diatomeenpräparaten und der Beprobungszeitraum in 1/3 bis 1/2 der Fälle nicht eingehalten.

Tabelle 2-1: Prozentanteil nicht verfahrenskonformer Datensätze („Verfehlung“) im Rahmen der in den Jahren 2004–2006 erfassten 171 Jahresuntersuchungsergebnisse im Tiefland durch die Bundesländer.

Kriterium	Vorgabe	„Verfehlung“
Probenfrequenz	6 mal zwischen April bis Oktober	54%
Zeitraum	April bis Oktober	32% mit März oder Nov.
Probentiefe (Epilimnion, euphotische Zone etc.)	Nur Klarwasserseen mit euphotischer Zone, sonst Epilimnion	17%
Mindestbestimmbarkeitsniveau	Überwiegend Arten und nicht Gattungsniveau s. Spalte in HTL	20%
Anzahl an erfassten Indikatortaxa	≥ 3,5 Indikatortaxa im Mittel aller Termine	8,2%
Pelagische Diatomeenpräparate	Analyse der Diatomeen auf Artebene	35%

Dies hatte hier nicht weiter ausgeführte Konsequenzen für die auf diesen Ergebnissen basierenden Analysen, aber gab auch Hinweise, wie eine Überarbeitung der Vorschriften das Verfahren insgesamt praxistauglicher machen könnte. Dazu im Einzelnen:

- Die Einhaltung der Probenfrequenz von 6 Beprobungen wird als eine unverzichtbare und unabänderliche Basis für eine Bewertung des stark saisonal fluktuierenden Parameters Phytoplankton in Seen angesehen. Die Bewertungsgenauigkeit und Korrelation zur Belas-

tungsgröße nimmt bei geringerer Probenzahl entscheidend ab. Bei einer Probenzahl unter 4 ist die Fehlbewertungsrate unakzeptabel hoch. Bewertungen auf Basis von 4–5 Beprobungen können noch durchgeführt werden, sie müssen jedoch mit einem Warnhinweis auf eine nicht verfahrenskonforme Beprobung beurteilt werden (s. auch Warnhinweise im Auswertungsprogramm **PhytoSee** Kapitel 4).

- Zweitens wurde als Reaktion auf den Praxistest geprüft, ob der Bewertungszeitraum auch auf den Zeitraum März bis November ausgedehnt werden könnte (s. Kapitel 9).
- Die Anforderungen an die taxonomische Bestimmungstiefe wurden in ca. 1/5 der Fälle nicht erfüllt. Sind aber im Mittel eine ausreichende Anzahl von Indikatortaxa von über 3,5 nachgewiesen, kann eine Bewertung auch mit Befundelisten erfolgen, die eine relativ geringe Bestimmungstiefe aufweisen.

Des Weiteren ist eine Qualitätssicherung für die quantitative Erfassung der Taxa mittels der Utermöhl-Methode nicht in jedem Labor immer gegeben und deshalb zu entwickeln (s. Rott et al. 2007). Weiterhin sind die Ergebnisse durch Ringtests abzusichern (Beispiel: Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V.-Landestalsperrenverwaltung Sachsen, 2007).

Insgesamt ist jedoch die Qualität der Neudaten durch die Einführung neuer Standards zur Probenahme und -analyse sowie durch Mindestanforderungen an das Mess- und Auswertverfahren (Nixdorf et al. 2005b) in den vergangenen Jahren gestiegen und die Befunde sind damit vergleichbarer geworden.

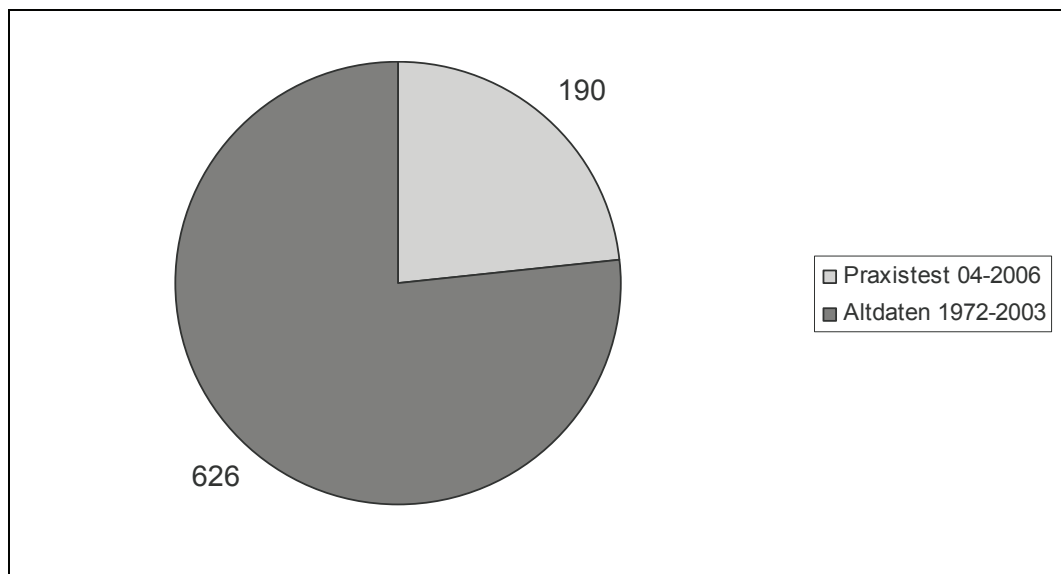


Abbildung 1: Verhältnis Neudaten zu Altdaten (Anzahl der Seenjahre) in der deutschen Seendatenbank der Phytoplanktonbefunde.

Es wurde weiterhin eine große Anzahl neuer Taxa gemeldet, die eine Erweiterung der harmonisierten Taxaliste nötig machten (Mischke 2006a). Diese Liste wurde mit der Systematik und Nomenklatur der ebenfalls aktualisierten Liste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003) in einem weiteren Projekt weitgehend abgeglichen (Mischke et al. 2006).

3 Überarbeitete Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton

In diesem Kapitel wird die überarbeitete Methode zur Bewertung von Seen mittels Phytoplankton basierend auf dem Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005a, 2005b, 2006) beschrieben. Diese enthält erhebliche Änderungen in Folge des Praxistests der deutschen Bundesländer sowie der Ergebnisse des europäischen Interkalibrierungsprozesses (WGA milestone 6 report; 2007). Das Kapitel soll zugleich als Vorlage für ein zukünftiges Handbuch zum Bewertungsverfahren für Seen mittels Phytoplankton dienen.

3.1 Bewertungssystem und Kenngrößen – eine Übersicht

3.1.1 Kenngrößen zur Ermittlung des Phyto-See-Index (PSI)

Das deutsche Bewertungssystem von Seen mittels Phytoplankton unterscheidet ökologisch relevante See-Gewässertypen und führt zu einem multi-metrischen Indexwert, dem Phyto-See-Index (PSI). Dieser stuft das zu bewertende Gewässer in eine der fünf nach EG-Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) zu beschreibenden Zustandsklassen ein. Der PSI besteht obligat aus den 3 Einzelmetrics „Biomasse“, „Algenklassen“ und „Phytoplankton-Taxa-Seen-Index“ (PTSI).

Alle drei Kenngrößen, auch Metrics genannt, wurden entlang der Belastungsgröße „Eutrophierung“ und im Abgleich mit Referenzgewässern und Referenzzuständen geeicht. Als „Belastungsskala“ wurde neben der Gesamtposphorkonzentration der Ist-Wert des deutschen LAWA-Trophie-Index genutzt (LAWA 1999). Dieser beruht auf einer Klassifizierung der Trophie-Parameter Chlorophyll a, Gesamtposphorkonzentration und der Secchi-Sichttiefe.

Der LAWA-Trophie-Index unterscheidet die „Seetypen“ ‚geschichtete Seen‘ und ‚polymiktische Seen‘ sowie darüber hinaus die „Kleinseen“, welche nicht für die WRRL relevant sind. Für die Bewertung nach EG-WRRL wurden die Seen nach weiter gehenden Vorschlägen der LAWA (Mathes et al. 2002) und dem biozönotischen Verhalten der Biokomponente Phytoplankton (Nixdorf et al. 2005b) nochmals in weitere Seetypen auf gespalten. Für jeden dieser Seetypen wurde eine Referenztrophie (s. Tabelle 3-16; Kapitel 5.1) festgelegt. Die im ersten Entwurf des Bewertungsverfahrens vorgeschlagenen Referenztrophie-Bereiche (Nixdorf et al. 2005 a oder b) wurden anhand von inzwischen vorliegenden Land-Nutzungsdaten der oberirdischen See-einzugsgebiete, durch neuere Ergebnisse aus paläolimnologischen Studien sowie Ergebnissen des europäischen Interkalibrierungsprozesses durch Vergleich mit nichtdeutschen Referenzgewässern modifiziert. Für die meisten Seetypen wurde die Referenztrophie nach unten, d.h. in Richtung geringerer Trophie im Referenzzustand, korrigiert (s. Kapitel 5.1). In Folge dessen sowie der Einbeziehung weiterer Kenngrößen und Überarbeitungen bewertet der PSI meist strenger als im Entwurf nach Nixdorf et al. (2005b).

Die drei Metrics des PSI können um den Metric „DI-PROF“ (Schönfelder 2006) ergänzt werden. Die einzelnen Metrics sind teilweise wiederum aus mehreren Bewertungsparametern zusammengesetzt:

1) Metric „Biomasse“:

Der Metric „Biomasse“ ist das arithmetische Mittelwertergebnis aus den Einzelbewertungen folgender drei Parameter (Details s. Kapitel 3.3.1):

- a) Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons aus dem Epilimnion oder der euphotischen Zone (Klarwasserseen) des Sees (arithmetisches Saisonmittel aus der Periode April–Oktober mit mindestens 6 Proben pro Jahr; davon mindestens 4 Proben im Zeitraum Mai bis September)
- b) Chlorophyll a-Konzentration (arithmetisches Saisonmittel aus der Periode April–Oktober)
- c) Maximum-Wert Chlorophyll a, wird zur Bewertung herangezogen, falls dieser um 25% größer als der Saisonmittelwert ist und mindestens 3 Chlorophyll a-Messwerte für ein Untersuchungsjahr vorliegen.

Die Ist-Werte der Bewertungsparameter werden für jeden Seetyp entlang von Klassengrenzen für die 5 Zustandsklassen mittels einer Bewertungsfunktion in einen Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet.

2) Metric „Algenklassen“:

Aufsummierte Biovolumina aller Cyanobacteria, Chlorophyceae und /oder Dinophyceae und Cryptophyceae oder ihr Prozentanteil am Gesamtbiovolumen (Chrysophyceae, Dinophyceae) werden je nach Seetyp als arithmetisches Saisonmittel für die Periode Juli bis Oktober oder für April bis Oktober gebildet. Jeweils 1 bis 3 Ist-Werte der Bewertungsparameter werden für jeden Seetyp unterschiedlich mit speziellen Klassengrenzen verglichen, indem mittels einer Bewertungsfunktion ein Bewertungswert errechnet wird (Details s. Kapitel 3.3.2).

3) Metric PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index):

Der PTSI dient zunächst der trophischen Einstufung von Seen (oligotroph bis hypertroph) anhand der Artenzusammensetzung. Die Werteskala des PTSI entspricht der des LAWA-Index (1999) und ist hinsichtlich der Aussage über den trophischen Status direkt mit diesem vergleichbar.

Die Bewertung gemäß WRRL mithilfe des PTSI erfolgt erst in einem zweiten Schritt. Hierzu muss der PTSI mit dem trophischen Referenzwert des entsprechenden Seetyps verglichen werden (Details s. Kapitel 3.3.3). Die Abweichung von der Referenzsituation wird als Differenz errechnet, welche in eine linear operierende Bewertungszahl (EQ = ökologische Qualität nach WRRL) zwischen 0,5 und 5,5 transformiert wird.

Die Trophieklassifikation erfolgt für die deutschen Seen mit drei verschiedenen Indikatorlisten: 1. für Seen der Alpen- und Voralpen, 2. für geschichtete Seen des norddeutschen Tieflandes und 3. für polymiktische Seen des norddeutschen Tieflandes.

Für jedes Indikatortaxon sind ein Trophieankerwert (TAW) und ein Gewichtungsfaktor angegeben, welcher die Stenökie als Maß für die „Treue“ des Taxons im Trophieschwerpunkt beschreibt.

Die Indexberechnung erfolgt per gewichteter Mittelwertbildung, wobei die Trophieankerwerte mit dem Stenökiegewichtungsfaktor und einer transformierten Abundanzgröße (Abundanzklasse) gewichtet werden.

Der PTSI wird zunächst für jede Probe einzeln berechnet. Den Jahreswert erhält man durch arithmetische Mittelwertbildung. Dieser Index kann dann mit den trophischen Referenzwerten der Seetypen verglichen und zur Bewertung herangezogen werden.

4) Optionale Zusatzgröße: DI-PROF (Diatomeen-Profundal-Index nach Schönfelder 2006):

Es werden die Dominanzwerte aus den Schalenpräparaten von planktischen Diatomeen-Indikatortaxa ermittelt, die aus dem Profundal entnommen wurden. Diese Werte werden danach mit taxonspezifischen Trophie-, Index- und Gewichtungswerten verrechnet. Bewertet wird in 2 Schritten: 1. Trophische Klassifizierung auf Basis aller nachgewiesenen DI-PROF-Indikatortaxa, die in einer Profundalprobe eines Seesediments gefunden wurden 2. Vergleich der trophischen Klassifizierung mit dem Seetyp-spezifischen Referenzwert der Trophie (Details s. Schönfelder 2006 und Kapitel 3.3.4). Die Abweichung von der Referenzsituation wird numerisch in einer Bewertungszahl zwischen 0,5 und 5,5 wider gegeben.

3.1.2 Einheiten des PSI und Umrechnung in den EQR

Die Ergebnisse aller Metrics und die des Gesamtindex PSI liegen im Wertebereich von 0,5 bis 5,5, wobei der Wert 0,5 den bestmöglichen und der Wert 5,5 den schlechtesten Zustand anzeigt. Die Werte liegen im Bereich der ökologischen Zustandsklassen 1 bis 5 und können gemäß WRRL als „ökologische Qualität“ (EQ = ecological quality) verstanden werden.

Da die Klassenweite in allen 5 Zustandsklassen gleich breit (äquidistant) ist, können die PSI-Werte durch folgende Formel in einen normierten EQR (ecological quality ratio) umgewandelt werden:

$$\text{EQR} = -0,2 \times \text{PSI} + 1,1$$

In Tabelle 3-1 sind die Bereiche der Index-Werte des deutschen Phyto-See-Index aufgelistet, die den fünf Zustandsklassen nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000) und den normierten ökologischen Qualitätsverhältnissen (EQR) gleichzusetzen sind.

Tabelle 3-1: Indexwerte und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR).

Indexwert des deutschen PSI (EQ)	Zustandsklasse	normierter EQR
0,5–1,5	1 = sehr gut (H = high)	0,81–1,0
1,51–2,5	2 = gut (G = good)	0,61–0,8
2,51–3,5	3 = mäßig (M = moderate)	0,41–0,6
3,51–4,5	4 = unbefriedigend (P = poor)	0,21–0,4
4,51–5,5	5 = schlecht (B = bad)	0,0–0,2

3.2 Methodenvorgaben für Probenahme und Analyse bei der Datenerhebung

Die deutsche Bewertungsmethode fordert und beschreibt detailliert Methodenvorgaben (Nixdorf et al. 2008) für die Datenerhebung bei der

- 1) Probenahme
- 2) Probenkonservierung und -lagerung

- 3) mikroskopischen Analyse (nach Utermöhl 1958) und Zählstrategie. Es wird eine Bestimmungstiefe und eine Kodierung der biologischen Befunde nach der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons vorgegeben. (Download der aktuellen Version: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>).

Diese Methodenvorgaben sind bei der Datenerhebung genau zu beachten.

3.2.1 Datenanforderung und Aufbereitung

In diesem Kapitel sind die einzuhaltenden Anforderungen an die Daten und ihre Aufbereitung (Mittelwertbildung etc.) zusammengefasst. Für Details zur Probenahme und mikroskopischen Analyse muss die Vorschrift in Nixdorf et al. (2008) beachtet werden.

3.2.1.1 Erforderliche photometrische Analyseergebnisse zur Chlorophyll a-Bestimmung

Als Ausgangsbasis werden mindestens 6 Messungen der Chlorophyll a-Konzentration (nach DIN) benötigt, die zeitgleich zu 6 Lugol-fixierten Proben je Untersuchungsjahr aus dem Epilimnion oder der euphotischen Zone eines Sees (letztere für Klarwasserseen) entnommen wurden. Es müssen mindestens 4 Proben aus der Periode Mai bis September stammen.

3.2.1.2 Anforderungen an die mikroskopischen Analyseergebnisse

Die mikroskopische Analyse der Lugol-fixierten Proben folgt der Utermöhl-Methode mit der Auszählung von mindestens zwei Transektstreifen des Bodens einer Sedimentationskammer mit einem Durchmesser von 25–25,5 mm, um eine ausreichende Stichprobe zu erfassen. Sie sollte von mindestens 10 dominanten Taxa je Probe quantitative Zählwerte mit vorgegebener Objektzahl ergeben, die gemeinsam mit den Zählwerten der nicht-dominanten Taxa in Biovolumenwerte umgerechnet werden müssen. Für die Bestimmung von weiteren, wichtigen Indikatortaxa wird die zusätzliche Präparation von Diatomeenschalen empfohlen. Werden diese nicht durchgeführt, steigt das Risiko, zu wenige Indikatortaxa zu ermitteln.

Alle biologischen Befunde müssen nach der harmonisierten Taxaliste kodiert sein. Das Programm **PhytoSee** (s. Kapitel 4) ermöglicht auch die automatisierte Übersetzung von Taxa, die mit den DV-Nummern der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (nach Mauch et al. 2003; Version März 07 Internet) kodiert sind.

Die quantitativen Befundelisten sollten das Biovolumen des Taxons und ggf. Zellzahlen und Zellvolumen enthalten. Die für das Bewertungsverfahren erforderliche Bestimmungstiefe wird in der harmonisierten Taxaliste gesondert ausgewiesen. Sofern die Parameterwerte entsprechend einer Formatvorlage gelistet und digital vorliegen, können alle weiteren Berechnungen durch das Access-basierte Auswertungsprogramm **PhytoSee** automatisiert durchgeführt werden.

Für den Datenimport in das Programm **PhytoSee.mdb** müssen die Parameterwerte in einem bestimmten Format in drei Tabellen angeordnet werden (s. Formatvorlage_PhytoSee_Auswertungsprogramm.xls).

Pflichtparameter sind für

- 1) **Taxa-Befunde:** Probennummer / Taxa-Identifikationscode / Taxa Biovolumen [mm^3/l] / Abweichung vom vorgegebenen Taxonnamen

- 2) Proben-Merkmale:** Probennummer / Seename / Beprobungsdatum / Entnahmetiefe / Chlorophyll a [$\mu\text{g/l}$] / Sichttiefe [m] / Gesamt-Phosphor [$\mu\text{g/l}$] / See-Identifikationscode
- 3) See-Merkmale:** See-Identifikationscode / Seename/ Zuordnung zu einem Seetyp für die Phytoplankton-Bewertung.

Das Ergebnis des fakultativen Indexwertes DI-PROF (Schönfelder 2006) kann in einer weiteren Tabelle eingetragen und testweise einberechnet werden. Die Einbindung des DI-PROF-Index-Wertes empfiehlt sich, wenn zu wenige Indikatortaxa für den PTSI (s. Kapitel 7) ermittelt wurden und synchron eine DI-PROF-Untersuchung vorliegt. Zur Berechnung eines DI-PROF-Ergebnisses steht neben einer Excel-Vorlage (Ilka Schönfelder unveröffentlicht) ein einfaches Auswertungsprogramm in Access zur Verfügung (DI-PROF_Berech). Die Dominanzwerte der Taxa müssen dazu mit den DV-Nummern der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands kodiert sein (DV-Codierung nach Mauch et al. 2003; Version März 07 Internet).

3.2.2 Bestimmung des Gewässertyps

Eine Grundvoraussetzung für die Anwendung des Bewertungsverfahrens von Seen mittels Phytoplankton ist die korrekte Zuordnung zu einem der definierten Seetypen (Tabelle 3-2).

Die Typisierung für das vorliegende Verfahren lehnt sich grundsätzlich an die Typisierung der deutschen Seen nach LAWA (Mathes et al. 2002) an. Davon abweichend werden jedoch einige Seetypen zusammengefasst oder zusätzliche Subtypen unterschieden.

Tabelle 3-2: Liste der nach LAWA (Mathes et al. 2002) vorgeschlagenen Seetypen, der im Phytoplanktonprojekt relevanten Seetypen und der in der europäischen Interkalibrierung berücksichtigten Seetypen (IC type).

Ökoregion	LAWA Seetyp	Seetyp Phyto-plankton	IC type	Merkmale
Voralpen	1	1 (in Test)	--	polymiktisch; derzeit noch 4 Seen im Datensatz
Voralpen	2 und 3	2+3	AL4	Voralpenseen, geschichtet
Alpen	4	4	AL3	Alpenseen, geschichtet
Mittel-gebirge	5 bis 9	bisher keine Auswertung	--	Höhe über 200 m ü. NN; meist Talsperren
Tiefland	10	10.1	L CB 1	VQ > 1,5 und ≤ 15 ; geschichtet
Tiefland	10	10.2	--	VQ > 15; geschichtet
Tiefland	11	11.1	--	VQ > 1,5; polymiktisch; mittlere Tiefe $\geq 3\text{m}$
Tiefland	11	11.2	L CB 2	VQ > 1,5; polymiktisch; mittlere Tiefe < 3m
Tiefland	12	12	--	VQ > 1,5; Wasseraufenthaltszeit 3–30 Tage
Tiefland	13	13	L CB 1	VQ < 1,5; geschichtet
Tiefland	14	14	--	VQ < 1,5; polymiktisch

Für die richtige Zuordnung zu einem Seetyp sind folgende morphometrische und hydrologische Parameter eines Sees erforderlich:

- 1) Zuordnung zu einer Ökoregion nach EG-WRRL (z.B. Tiefland, Voralpen oder Alpen)
- 2) Seevolumen
- 3) Größe des oberirdischen Einzugsgebietes des Sees (EZG)
- 4) Der aus Seevolumen und EZG errechnete Volumenquotient (VQ)
- 5) Schichtungstyp des Sees (polymiktisch oder geschichtet im Sommer)
- 6) Mittlere Seetiefe zur Abgrenzung von sehr flachen Seen (Typ 11.2)
- 7) Mittlere Wasseraufenthaltszeit zur Abgrenzung von Flusseen (Typ 12) errechnet als theoretischer Wert aus den mittleren Niederschlägen in der Region, EZG und Seevolumen

Die Zuordnung eines Untersuchungssees zu einem Seetyp obliegt den verantwortlichen Bundesländern.

3.3 Schritt-für-Schritt-Berechnung des deutschen Phyto-See-Index (PSI)

Ausgehend von den mikroskopischen (quantitativen Befundelisten) und photometrischen Analyseergebnissen (Chlorophyll a-Konzentration nach DIN) aus mindestens 6 Einzelproben kann der PSI des Untersuchungsgewässers anhand der 3 Metrics ‚Biomasse‘, ‚Algenklassen‘ und ‚PTSI‘ errechnet werden.

Fakultativ kann der Metric DI-PROF anhand der Dominanzwerte von Kieselalgenschalen planktischer Diatomeen-Taxa in einer Profundalprobe berechnet werden. Die Bewertung muss immer unter Beachtung des vorliegenden Seetyps erfolgen (s. Kapitel 3.2.2).

3.3.1 Metric „Biomasse“

Für den Metric „Biomasse“ werden aus den folgenden Parametern Einzelindices berechnet:

- „Gesamtbiobiovolume“ Saisonmittel (Y1),
- „Chlorophyll a Saisonmittel“ (Y2) und
- „Chlorophyll a Maximum-Wert“ der Saison (Y3)

Die Einzelindices werden arithmetisch gemittelt (Mittelwert aus Y1, Y2, Y3, s. unten).

3.3.1.1 Gesamtbiobiovolume des Phytoplanktons in Seen

Um den Saisonmittelwert für den Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge aufsummiert und gemittelt werden:

- a) Summe Taxonbiobiovolume pro Probe: Alle Taxonbiobiovolume werden für jeden Beprobungstermin und Messort unter Ausschluss von heterotrophen Organismen aufsummiert. Alle heterotrophen Taxa sind in der harmonisierten Taxaliste (kurz HTL) gekennzeichnet und können datenbanktechnisch ausgefiltert werden.
- b) Mittelwert Messort pro Wasserkörper und Termin: Im Falle mehrerer Messorte je Beprobungstermin und Wasserkörper wird ein Mittelwert gebildet. Sollen die Messorte getrennt bewertet werden, müssen den Seeteilen/-becken verschiedene See-Identifikationscodes vergeben werden.

- c) Mittelwert aus mehreren Beprobungsterminen, wenn sie zum gleichen Monat gehören (Monatsmittelwert).
- d) Saison-Mittelwert aus den Monatsmittelwerten der Periode April–Oktober
- e) Dieser Saison-Mittelwert des **Gesamtbiovolumens (x)** wird durch eine Seetyp-spezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 3-3) in den Bewertungswert des Parameters (**Y1**) umgerechnet. Die Zuordnung nach einem Seetyp erfolgt nach Tabelle 3-2. Zusätzlich werden in Tabelle 3-3 informativ die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.

Tabelle 3-3: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Gesamtbiovolumen und seine typspezifische Bewertung.

Seetyp	1 und 2+3	4
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)	
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,5499 \times \ln(x) + 1,508$	$Y1 = 1,5499 \times \ln(x) + 2,508$
H / G	0,99	0,52
G / M	1,9	1
M / P	3,62	1,9
P / B	6,89	3,6

Seetyp	11.1 und 12	14
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)	
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,403 \times \ln(x) - 0,0152$	$Y1 = 1,3591 \times \ln(x) + 0,4987$
H / G	2,95	2,09
G / M	6,0	4,4
M / P	12,2	9,1
P / B	25,1	19,0

Seetyp	10	13	11.2
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)		
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,1704 \times \ln(x) + 1,0996$	$Y1 = 1,2362 \times \ln(x) + 1,8321$	$Y1 = 1,3538 \times \ln(x) - 0,4664$
H / G	1,4	0,7	4,3
G / M	3,3	1,7	9,0
M / P	7,7	3,8	18,5
P / B	18,1	8,0	39,0

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt.

3.3.1.2 Metric „Chlorophyll a Saisonmittel“

Um den Saisonmittelwert für diesen Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge gemittelt werden:

- Mittelwert aus mehreren Messorten je Beprobungstermin, wenn diese zum gleichen Wasserkörper gehören.
- Mittelwert aus mehreren Beprobungsterminen, wenn sie zum gleichen Monat gehören (Monatsmittelwert).

Tabelle 3-4: Klassenobergrenzen des Parameters Saisonmittel Chlorophyll a und seine Bewertung.

Seetyp	1 und 2+3	4
Parameter	Saisonmittel Chlorophyll a in µg/l	
Bewertungsfunktion	$Y2 = 1,6063 \times \ln(x) - 0,5962$	$Y2 = 1,6063 \times \ln(x) + 0,4038$
H / G	3,7	2,0
G / M	6,9	3,7
M / P	12,8	6,9
P / B	23,9	12,8

Seetyp	11.1 und 12	14
Parameter	Saisonmittel Chlorophyll a in µg/l	
Bewertungsfunktion	$Y2 = 1,6271 \times \ln(x) - 2,1865$	$Y2 = 1,6408 \times \ln(x) - 1,7365$
H / G	9,7	7,2
G / M	17,8	13,2
M / P	32,9	24,3
P / B	61,0	44,8

Seetyp	10	13	11.2
Parameter	Saisonmittel Chlorophyll a in µg/l		
Bewertungsfunktion	$Y2 = 1,7906 \times \ln(x) - 1,9474$	$Y2 = 1,7364 \times \ln(x) - 1,2334$	$Y2 = 1,3715 \times \ln(x) - 1,9019$
H / G	6,9	4,8	11,9
G / M	12,0	8,6	24,8
M / P	21,0	15,3	51,2
P / B	36,5	27,3	106,5

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt.

- c) Saison-Mittelwert aus dem Monatsmittelwerten von der Periode April–Oktober
- d) Dieses **Saisonmittel des Chlorophyll a (x)** wird durch eine Seetyp-spezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 3-4) in den Bewertungswert des Parameters (**Y2**) umgerechnet. Die Zuordnung zu einem Seetyp erfolgt nach Tabelle 3-2. Zusätzlich werden in Tabelle 3-4 informativ die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.

3.3.1.3 Metric „Chlorophyll a Maximum-Wert“

Tabelle 3-5: Klassenobergrenzen der Kenngröße Chlorophyll a-Maximum-Wert und seine Bewertung.

Seetyp	1 und 2+3	4
Parameter	Chlorophyll a-Max-Wert in µg/l	
Bewertungsfunktion	$Y3 = 1,5378 \times \ln(x) - 1,3645$	$Y3 = 1,5378 \times \ln(x) - 0,3645$
H / G	6,44	3,36
G / M	12,34	6,4
M / P	23,65	12,3
P / B	45,32	23,6

Seetyp	11.1 und 12	14
Parameter	Chlorophyll a-Max-Wert in µg/l	
Bewertungsfunktion	$Y3 = 1,5378 \times \ln(x) - 2,8645$	$Y1 = 1,5378 \times \ln(x) - 2,3645$
H / G	17	12
G / M	33	24
M / P	63	45
P / B	120	87

Seetyp	10	13	11.2
Parameter	Chlorophyll a-Max-Wert in µg/l		
Bewertungsfunktion	$Y3 = 1,9455 \times \ln(x) - 3,7668$	$Y3 = 1,7531 \times \ln(x) - 2,353$	$Y3 = 1,5872 \times \ln(x) - 3,4035$
H / G	15	9	22
G / M	25	16	41
M / P	42	28	78
P / B	70	50	145

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt.

Um den Saisonwert für diesen Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge analysiert werden:

- a) Im Fall, dass für mehr als 2 Monate Einzel-Chlorophyll-Werte vorliegen und
- b) der Chlorophyll a-Maximalwert 125% des Saisonmittel-Chlorophyll a-Wertes überschreitet
- c) wird der **Chlorophyll-Max-Wert (x)** durch eine Seetyp-spezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 3-5) in den Bewertungswert des Parameters (**Y3**) umgerechnet. Die Zuordnung zu einem Seetyp erfolgt nach Tabelle 3-2. Treffen die Kriterien unter Punkt a und b nicht zu, wird der Chlorophyll-Max-Wert gar nicht gewertet. Zusätzlich werden in Tabelle 3-5 informativ die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.

3.3.2 Metric „Algenklassen“

Der Metric „Algenklassen“ setzt sich je nach Seetyp aus 2–3 unterschiedlichen Einzelkenngrößen zusammen. Folgende Einzelkenngrößen werden verwendet:

- Biovolumen der „Cyanobacteria“
- Biovolumen der „Chlorophyceae“
- Biovolumen der „Chlorophyceae + Cryptophyceae“
- Biovolumen der „Dinophyceae + Cyanobacteria“
- Prozentanteil der „Dinophyceae“ am Gesamtbiovolumen
- Prozentanteil der „Chrysophyceae“ am Gesamtbiovolumen

Für den Metric „Algenklassen“ werden je nach Seetyp diese einzeln bewertet und anschließend ein arithmetisches Mittel aus den Einzelindexwerten gebildet.

Um den Bewertungswert für den Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten zuvor in folgender Reihenfolge schrittweise analysiert werden:

- a) Die Biovolumina aller Taxa, die zu einer Algenklasse gehören, werden für jede Probe unter Ausschluss der heterotrophen Organismen aufsummiert. Für einige Einzelkenngrößen werden die Biovolumina von zwei Algenklassen aufsummiert.
- b) Falls mehrere Proben je Termin von mehreren Orten eines Wasserkörpers vorliegen, werden diese pro Probetermin gemittelt.
- c) Falls mehrere Probetermine in einen Monat fallen, wird ein Monatsmittel gebildet.
- d) Je nach Seetyp und je nach Algenklassen wird aus den Monatsmitteln das Saisonmittel für die Periode April bis einschließlich Oktober gebildet oder für den Zeitraum Juli bis Oktober.
- e) Für einige Einzelkenngrößen ist es nötig, anschließend den prozentualen Anteil am Gesamtbiovolumen für diesen Zeitraum zu errechnen.
- f) Für jeden Seetyp und jede Algenklasse gibt es zumeist unterschiedliche Grenzwerte für die ökologischen Zustandsklassen (s. Tabelle 3-6 bis Tabelle 3-12). Im Fall der Cyanobacteria in Seen der Alpenregion (Typ 1,2,3 und 4) und im Fall der Chlorophyceae in Tieflandseen des Typs 12 und 14 liegt nur ein Grenzwert ausschließlich zur Beschreibung des schlechten Zustands vor. Liegt der Parameterwert darunter, findet keine Wertung statt.

Zur Bewertung der anderen Parameter wird der Algenklassenwert (x) durch eine Seetyp-spezifische Formel in den Bewertungswert des Parameters (Y) umgerechnet, und damit alle fünf ökologischen Zustandsklassen kontinuierlich mit einem Indexwert zwischen 0,5 und 5,5 bewertet. Die Zuordnung nach einem Seetyp erfolgt nach Tabelle 3-2.

- g) Um das Index-Ergebnis des Metric „Algenklassen“ zu berechnen, wird das arithmetische Mittel aus allen verwendbaren Einzelkenngrößen je Seetyp gebildet.

Tabelle 3-6: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics „Algenklassen“ und ihre Berechnungsfunktionen für die Seetypen 1, 2 und 3 (Voralpenseen).

Algenklasse	Cyanobacteria	Chlorophyceae + Cryptophyceae
Datentyp für x	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Apr–Okt	Apr–Okt
H / G	----	0,14
G / M	----	0,34
M / P	----	0,80
P / B	3	1,86
Bewertungs-funktion	wenn > 3 dann = 5 sonst kein Wert	$y = 1,1752\ln(x) + 3,7679$

Tabelle 3-7: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics „Algenklassen“ und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 4 (Alpenseen).

Algenklasse	Cyanobacteria	Chlorophyceae + Cryptophyceae	Dinophyceae
Datentyp für x	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l	%
Bewertungsperiode	Apr–Okt	Apr–Okt	Jul–Okt
H / G	----	0,12	17,1
G / M	----	0,27	9,5
M / P	----	0,60	5,2
P / B	1	1,35	2,9
Bewertungs-funktion	wenn > 1 dann = 5 sonst kein Wert	$y = 1,2407\ln(x) + 4,1292$	$y = -1,6962\ln(x) + 6,3161$

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt. Erst danach werden die Einzelkenngrößen gemittelt!

Tabelle 3-8: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics „Algenklassen“ und Berechnungsfunktionen für Seetyp 10 und 13.

Algenklasse	Chrysophyceae	Chlorophyceae	Dinophyceae + Cyanobacteria
Datentyp für x	%	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Apr–Okt	Jul–Okt	Jul–Okt
H / G	2,5	0,11	0,9
G / M	1,2	0,20	2,0
M / P	0,6	0,38	4,4
P / B	0,3	0,72	10
Bewertungs-funktion	$y = -1,4174\ln(x) + 2,7817$	$y = 1,5582\ln(x) + 5,0098$	$y = 1,248\ln(x) + 1,6359$

Tabelle 3-9: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics „Algenklassen“ und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 11.1.

Algenklasse	Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Jul–Okt
H / G	1,5
G / M	3,0
M / P	6,0
P / B	12,0
Bewertungs-funktion	$y = 1,4531\ln(x) + 0,8916$

Tabelle 3-10: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen für den Algenklassen-Index und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 11.2.

Algenklasse	Dinophyceae	Chlorophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	%	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Jul–Okt	Jul–Okt	Jul–Okt
H / G	10	0,15	1,5
G / M	5	0,4	3,5
M / P	2,5	1,12	8
P / B	1,25	3	19
Bewertungs-funktion	$y = -1,4427\ln(x) + 4,8219$	$y = 0,9982\ln(x) + 3,3997$	$y = 1,1842\ln(x) + 1,0217$

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt. Erst danach werden die Einzelkenngrößen gemittelt!

Tabelle 3-11: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen für den Algenklassen-Index und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 12 (Flusseen).

Algenklasse	Chlorophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Jul–Okt	Jul–Okt
H / G	----	1,94
G / M	----	3,91
M / P	----	7,9
P / B	> 1	16
Bewertungs-funktion	wenn > 1 dann = 5 sonst kein Wert	$y = 1,4219\ln(x) + 0,5595$

Tabelle 3-12: Seetyp-spezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen für den Algenklassen-Index und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 14.

Algenklasse	Dinophyceae + Cyanobacteria	Chlorophyceae
Datentyp für x	Biovolumen mm ³ /l	Biovolumen mm ³ /l
Bewertungsperiode	Jul–Okt	Jul–Okt
H / G	1,1	----
G / M	2,29	----
M / P	4,75	----
P / B	9,9	> 1
Bewertungs-funktion	$y = 1,3659\ln(x) + 1,3696$	wenn > 1 dann = 5 sonst „nichts“

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich Wert 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich dem Wert 5,5 gesetzt. Erst danach werden die Einzelkenngrößen gemittelt!

3.3.3 Bewertung nach Indikatortaxa (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index = PTSI)

Die Bewertung von Seen anhand des PTSI erfolgt in **2 Schritten**:

1. Schritt: Trophische Klassifizierung (oligotroph bis hypertroph) von Seen auf Basis von Indikatortaxa. Der Index ist in seiner mathematischen Dimension und der Bedeutung hinsichtlich des trophischen Status direkt mit dem LAWA-Index für Seen (Ist-Zustands-Bewertung nach LAWA 1999) vergleichbar.

2. Schritt: Bewertung auf Basis des PTSI. Hierzu wird der Index mit dem Seetyp-spezifischen Trophie-Referenzwert (Details s. Kapitel 5.1 und Tabelle 3-16) verglichen. Die numerische Abweichung von der Referenzsituation wird transformiert in einer Bewertungszahl (EQ = ecological quality) zwischen 0,5 und 5,5 wiedergegeben.

Vorbereitung:

Zunächst muss für den zu bewertenden See die richtige Indikatorliste ausgewählt werden. Es stehen bisher drei Listen gemäß Tabelle 3-13 zur Verfügung. Die Listen sind der Tabelle 3-17 jeweils mit den taxonspezifischen Trophieankerwerten und Gewichtungsfaktoren (= „Stenökiefaktor“) zu entnehmen.

Tabelle 3-13: Seetypen nach Mathes et al. (2002) und die für den PTSI gültige Indikatorliste.

Seetyp nach LAWA	gültige Indikatorliste	verwendete Abkürzung
1, 2, 3 und 4	Liste für Alpen- und Voralpenseen	AVA
10 und 13	Liste für geschichtete Seen des norddeutschen Tieflands	TLgesch
11, 12 und 14	Liste für polymiktische Seen der norddeutschen Tieflands	TLpoly

(Die Trophieankerwerte sowie die Stenökiefaktoren der Indikatorlista sind der Tabelle 3-17 zu entnehmen.)

Für Mittelgebirgsseen liegt derzeit keine eigene Indikatorliste vor. Für ein provisorisches Ergebnis kann z.B. mit der AVA-Liste gearbeitet werden.

zu Schritt 1: Trophische Klassifizierung

Der PTSI wird für jeden Probenbefund einzeln errechnet. Hierzu werden den Indikatorlista in der Befundliste jeweils die taxonspezifischen Trophieanker- und Stenökiewerte aus der Tabelle 3-17 zugeordnet. Die Berücksichtigung der Abundanz des Indikatorlistaxons in der Probe erfolgt in Form von Abundanzklassen. Die Taxonbiovolumina werden nach Tabelle 3-14 in die 8 Abundanzklassen umgewandelt.

Die Berechnung des PTSI pro Probe erfolgt in der für die bekannten limnologischen Indices z.B. Saprobienindex nach DIN 38410 oder Diatomeenindex nach Hofmann (Schaumburg et al. 2004) üblichen Weise auf Basis eines Probenbefundes:

$$PTSI = \frac{\sum (Abundanzklasse_i \times TAW_i \times Stenökiefaktor_i)}{\sum (Abundanzklasse_i \times Stenökiefaktor_i)}$$

PTSI = Phytoplankton-Taxa-Seen-Index pro Probe

Abundanzklasse_i = Abundanzklasse des i-ten Taxons in der Probe, Biovolumenklassen nach Tabelle 3-14.

TAW_i = Trophieankerwert des i-ten Indikatorlistaxons

Stenökiefaktor_i = Stenökiefaktor des i-ten Indikatorlistaxons

Für die trophische Klassifizierung eines Seenjahrens, in dem die Einzeltermine möglichst gleichmäßig verteilt liegen sollten, ist eine arithmetische Mittelung durchzuführen. Zur trophischen Beschreibung eines Seejahres mit dem PTSI müssen mindestens 4 und sollten im Regelfall 6 Probenahmetermine vorliegen. Anhand des PTSI pro Probe oder des Jahres kann gemäß Tabelle 3-15 der trophische Status des Sees ermittelt werden.

Tabelle 3-14: Bildung von Abundanzklassen des Biovolumens eines Indikatortaxons zur Verrechnung im PTSI.

Klassen Biovolumen (mm ³ /l)	Abundanzklasse
≤ 0,0001	1
> 0,0001–0,001	2
> 0,001–0,01	3
> 0,01–0,1	4
> 0,1–1	5
> 1–5	6
> 5–25	7
> 25	8

Tabelle 3-15: Ermittlung des trophischen Status des Sees anhand des PTSI (Wertebereiche und trophischer Status entsprechen der LAWA-Trophieklassifizierung 1999).

PTSI	Trophieklasse	Abkürzung
0,5–1,5	oligotroph	o
> 1,5–2,0	mesotroph 1	m1
> 2,0–2,5	mesotroph 2	m2
> 2,5–3,0	eutroph 1	e1
> 3,0–3,5	eutroph 2	e2
> 3,5–4,0	polytroph 1	p1
> 4,0–4,5	polytroph 2	p2
> 4,5	hypertroph	h

zu Schritt 2: Bewertung nach EG-WRRL unter Berücksichtigung der Seetyp-spezifischen Referenztrophy

Anhand der Abweichung des Jahres-PTSI von der Referenztrophy – mathematisch als Differenz errechnet – kann die ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL bzw. ein kontinuierlicher PTSI-Bewertungswert (= EQ = ecological quality) zwischen 0,5 und 5,5 ermittelt werden. Dieser kann direkt mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\text{EQ PTSI} = 0,5 + (\text{PTSI} - \text{trophischer Referenzwert}) \times 2$$

In sehr seltenen Fällen treten EQ-PTSI-Werte kleiner als 0,5 und größer als 5,5 auf. Diese werden auf den PTSI-Wert 0,5 herauf- bzw. auf 5,5 herabgesetzt. Anhand der Tabelle 3-16

kann eine Zuordnung in die ökologischen Zustandsklassen der WRRL (= ecological quality class) erfolgen.

Die Grenzen einer sinnvollen Trophie-Indikation mit dem beschriebenen Verfahren liegen bei mindestens vier Indikatortaxa/Probe im Jahresmittel und bei mindestens vier bewerteten Probeterminen pro Untersuchungsjahr. Bei Nichterfüllung eines der beiden Kriterien ist das Index-Ergebnis lediglich als Orientierung anzusehen.

Tabelle 3-16: Referenztrophie in den Seetypen sowie die Klassenobergrenzen des LAWA-Index und PTSI hinsichtlich ökologischer Zustandsklasse.

	See(sub-)typ der Phytoplanktonbewertung (nach Lage der Referenztrophie sortiert)									
	4	1	2+3	13	10.1	10.2	14	11.1	12	11.2
trophischer Referenzwert (LAWA/PTSI)	0,75	1,25	1,25	1,25	1,50	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25
Klassengrenzen zwischen den 5 ökologischen Zustandsklassen										
sehr gut/gut	1,25	1,75	1,75	1,75	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75
gut/mäßig	1,75	2,25	2,25	2,25	2,50	2,75	2,75	3,00	3,00	3,25
mäßig/unbefriedigend	2,25	2,75	2,75	2,75	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75
unbefriedigend/schlecht	2,75	3,25	3,25	3,25	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00	4,25

Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
10	Bacillariophyceae	Acanthoceras	2,10	1	3,94	2		
1	Bacillariophyceae	Acanthoceras zachariasii	2,10	1	3,94	2		
8	Bacillariophyceae	Actinocyclus			4,95	3		
7	Bacillariophyceae	Actinocyclus normanii			4,95	3		
12	Bacillariophyceae	Amphora ovalis					0,82	2
73	Bacillariophyceae	Asterionella			2,18	1		
72	Bacillariophyceae	Asterionella formosa			2,18	1		
75	Bacillariophyceae	Aulacoseira ambigua	2,81	1	5,68	2	3,35	3
78	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata	3,97	1	4,35	1	2,95	1
79	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata var. angustissima	3,97	1	4,35	1	2,95	1
77	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata var. curvata	3,97	1	4,35	1	2,95	1
81	Bacillariophyceae	Aulacoseira islandica	2,55	2			1,11	1
84	Bacillariophyceae	Aulacoseira subarctica					1,74	2
247	Bacillariophyceae	Cyclostephanos dubius	3,59	2	4,77	2		
248	Bacillariophyceae	Cyclostephanos invisitatus	3,55	1	5,46	1		
251	Bacillariophyceae	Cyclotella bodanica					0,95	2
252	Bacillariophyceae	Cyclotella comensis	0,65	2	1,01	2	0,88	2
254	Bacillariophyceae	Cyclotella cyclopuncta					1,32	1
255	Bacillariophyceae	Cyclotella delicatula					0,91	1
256	Bacillariophyceae	Cyclotella distinguenda					1,72	1
257	Bacillariophyceae	Cyclotella distinguenda var. unipunctata					1,72	1
258	Bacillariophyceae	Cyclotella glomerata					0,67	2
870	Bacillariophyceae	Cyclotella krammeri	0,68	2				
260	Bacillariophyceae	Cyclotella meneghiniana	2,44	2	4,45	1		
261	Bacillariophyceae	Cyclotella ocellata	1,60	2	0,93	2	2,50	1
262	Bacillariophyceae	Cyclotella pseudostelligera	2,91	1			1,02	4
264	Bacillariophyceae	Cyclotella radiosa	2,76	2	1,45	1		
872	Bacillariophyceae	Cyclotella tripartita	0,66	2				
269	Bacillariophyceae	Cymatopleura solea					0,72	2
283	Bacillariophyceae	Diatoma tenuis	3,11	1	2,91	1	1,16	2
284	Bacillariophyceae	Diatoma vulgaris					0,79	2
336	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina	1,91	1	1,25	2	1,39	2
337	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina radians - Sippen	1,91	1	1,25	2	1,39	2
338	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina var. gracilis	1,91	1	1,25	2	1,39	2
1169	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina var. vaucheriae	1,91	1	1,25	2	1,39	2
341	Bacillariophyceae	Fragilaria construens	1,79	1	2,74	1		
1170	Bacillariophyceae	Fragilaria construens f. venter	1,79	1	2,74	1		
342	Bacillariophyceae	Fragilaria crotonensis	1,84	1	1,98	1		
343	Bacillariophyceae	Fragilaria cyclopum					1,19	3
348	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna			2,70	1		
349	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	3,63	1	4,05	1		
350	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna danica - Sippen					1,19	4
352	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna var. ulna					1,19	1
393	Bacillariophyceae	Gyrosigma attenuatum					1,59	2
446	Bacillariophyceae	Melosira varians			3,60	2		
494	Bacillariophyceae	Nitzschia acicularis -Formenkreis			4,30	1		
504	Bacillariophyceae	Nitzschia palea					0,99	1
505	Bacillariophyceae	Nitzschia sigmaidea	1,16	2	2,11	1		
626	Bacillariophyceae	Rhizosolenia longiseta	1,25	2				
994	Bacillariophyceae	Skeletonema potamos			5,07	3		
896	Bacillariophyceae	Stephanocostis chantaica	0,71	2				
717	Bacillariophyceae	Stephanodiscus alpinus	2,71	1	2,02	1		
719	Bacillariophyceae	Stephanodiscus binderanus	3,01	2			1,04	1
721	Bacillariophyceae	Stephanodiscus hantzschii	2,16	1			2,97	3
723	Bacillariophyceae	Stephanodiscus minutulus	2,07	2	2,32	1		
725	Bacillariophyceae	Stephanodiscus neoastreae	1,94	1	2,62	1	1,70	3
742	Bacillariophyceae	Tabellaria fenestrata	0,74	3	0,93	2	1,65	2
743	Bacillariophyceae	Tabellaria flocculosa	0,97	2			1,26	3
5	Chlorophyceae	Actinastrum hantzschii	4,60	1	5,05	1		

Fortsetzung a von Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
45	Chlorophyceae	Ankistrodesmus					3,00	2
39	Chlorophyceae	Ankistrodesmus biraianus					3,00	2
41	Chlorophyceae	Ankistrodesmus fusiformis					3,00	2
1061	Chlorophyceae	Ankistrodesmus gelifactum					3,00	2
42	Chlorophyceae	Ankistrodesmus gracilis					3,00	2
44	Chlorophyceae	Ankistrodesmus nannoselene					3,00	2
46	Chlorophyceae	Ankistrodesmus spiralis					3,00	2
52	Chlorophyceae	Ankyra	3,71	2				
48	Chlorophyceae	Ankyra ancora	3,71	2			2,70	1
49	Chlorophyceae	Ankyra judayi	3,71	2	1,89	1	2,72	2
50	Chlorophyceae	Ankyra lanceolata	3,71	2	1,83	3	2,65	2
94	Chlorophyceae	Botryococcus braunii	0,71	1			0,75	2
100	Chlorophyceae	Carteria	2,05	1	4,40	2	2,75	2
1010	Chlorophyceae	Carteria globulosa	2,05	1	4,40	2	2,75	2
1011	Chlorophyceae	Carteria multifilis	2,05	1	4,40	2	2,75	2
99	Chlorophyceae	Carteria pseudomultifilis	2,05	1	4,40	2	2,75	2
1006	Chlorophyceae	Characium					2,87	2
109	Chlorophyceae	Chlamydocapsa planctonica					2,42	1
122	Chlorophyceae	Chlorella	2,39	1	4,81	1	3,55	2
120	Chlorophyceae	Chlorella ellipsoidea	2,39	1	4,81	1	3,55	2
121	Chlorophyceae	Chlorella pyrenoidosa	2,39	1	4,81	1	3,55	2
123	Chlorophyceae	Chlorella vulgaris	2,39	1	4,81	1	3,55	2
749	Chlorophyceae	Chlorotetraedron incus	4,93	3				
179	Chlorophyceae	Coelastrum astroideum	2,86	2	3,55	1	3,07	1
181	Chlorophyceae	Coelastrum microporum					2,20	2
183	Chlorophyceae	Coelastrum pseudomicroporum					2,87	2
184	Chlorophyceae	Coelastrum reticulatum	1,89	3			2,37	1
213	Chlorophyceae	Crucigenia			2,05	1		
210	Chlorophyceae	Crucigenia fenestrata			2,05	1		
212	Chlorophyceae	Crucigenia quadrata			2,05	1	2,85	4
214	Chlorophyceae	Crucigenia tetrapedia	4,87	1	2,05	1	2,80	1
215	Chlorophyceae	Crucigeniella apiculata			4,73	4		
217	Chlorophyceae	Crucigeniella rectangularis	1,99	1			1,41	2
288	Chlorophyceae	Dictyosphaerium ehrenbergianum	4,01	2				
289	Chlorophyceae	Dictyosphaerium pulchellum	2,27	1	2,25	1		
291	Chlorophyceae	Dictyosphaerium tetrachotomum	0,95	1				
320	Chlorophyceae	Eudorina elegans			4,59	2	2,77	2
366	Chlorophyceae	Golenkinia radiata	4,23	1			3,30	1
420	Chlorophyceae	Lagerheimia ciliata	3,83	1			3,12	1
422	Chlorophyceae	Lagerheimia genevensis	3,15	1				
425	Chlorophyceae	Lagerheimia subsalsa					3,02	1
450	Chlorophyceae	Micractinium pusillum	3,29	1			3,45	2
469	Chlorophyceae	Monoraphidium griffithii			5,34	1	3,05	1
471	Chlorophyceae	Monoraphidium komarkovae	2,33	1	5,09	3	1,77	1
472	Chlorophyceae	Monoraphidium minutum	3,90	2	2,82	2	3,60	2
490	Chlorophyceae	Nephrocytium agardhianum					1,76	2
513	Chlorophyceae	Oocystis borgei			5,01	1		
514	Chlorophyceae	Oocystis lacustris			2,70	1		
515	Chlorophyceae	Oocystis marssonii	2,22	2			3,15	1
527	Chlorophyceae	Pandorina morum			4,55	2		
535	Chlorophyceae	Pediastrum duplex					3,02	2
536	Chlorophyceae	Pediastrum duplex var. gracillimum					3,02	2
539	Chlorophyceae	Pediastrum simplex			4,91	1	2,60	2
541	Chlorophyceae	Pediastrum tetras					3,05	3
565	Chlorophyceae	Phacotus			4,89	1		
563	Chlorophyceae	Phacotus lendneri			4,89	1	2,30	1
564	Chlorophyceae	Phacotus lenticularis			4,89	1		
614	Chlorophyceae	Quadrigula pfitzeri	0,78	2	0,93	4		

Fortsetzung b von Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
676	Chlorophyceae	Scenedesmus					3,25	1
638	Chlorophyceae	Scenedesmus aculeolatus					3,25	1
639	Chlorophyceae	Scenedesmus acuminatus	4,97	1	5,11	2	3,25	1
641	Chlorophyceae	Scenedesmus acutus			6,06	1	3,25	1
1065	Chlorophyceae	Scenedesmus arcuatus					3,25	1
644	Chlorophyceae	Scenedesmus arthrodesmiformis					3,25	1
1211	Chlorophyceae	Scenedesmus bernardii					3,25	1
645	Chlorophyceae	Scenedesmus bicaudatus			0,99	1	3,25	1
647	Chlorophyceae	Scenedesmus brasiliensis					3,25	1
650	Chlorophyceae	Scenedesmus costato-granulatus	0,76	2			3,25	1
1212	Chlorophyceae	Scenedesmus dispar					3,25	1
655	Chlorophyceae	Scenedesmus ecornis					3,25	1
661	Chlorophyceae	Scenedesmus lefevrii					3,25	1
662	Chlorophyceae	Scenedesmus linearis	3,42	2			1,63	1
663	Chlorophyceae	Scenedesmus longispina					3,25	1
666	Chlorophyceae	Scenedesmus obtusus					3,25	1
667	Chlorophyceae	Scenedesmus opoliensis	4,99	2	5,15	1		
1101	Chlorophyceae	Scenedesmus ovalternus					3,25	1
669	Chlorophyceae	Scenedesmus quadricauda					3,25	1
672	Chlorophyceae	Scenedesmus semipulcher					3,25	1
673	Chlorophyceae	Scenedesmus sempervirens					3,25	1
675	Chlorophyceae	Scenedesmus serratus					3,25	1
1102	Chlorophyceae	Scenedesmus smithii					3,25	1
1033	Chlorophyceae	Scenedesmus spinosus					3,25	1
677	Chlorophyceae	Scenedesmus subspicatus					3,25	1
678	Chlorophyceae	Scenedesmus tenuispina					3,25	1
679	Chlorophyceae	Scenedesmus verrucosus			1,64	1		
683	Chlorophyceae	Schroederia	3,79	1	2,15	1	2,47	1
990	Chlorophyceae	Schroederia nitzschioides	3,79	1	2,15	1	2,47	1
682	Chlorophyceae	Schroederia setigera	3,79	1	2,15	1	2,47	1
991	Chlorophyceae	Schroederia spiralis	3,79	1	2,15	1	2,47	1
746	Chlorophyceae	Tetrachlorella alternans	0,72	1			1,80	3
748	Chlorophyceae	Tetraedron caudatum			4,85	1		
751	Chlorophyceae	Tetraedron minimum			3,83	1		
764	Chlorophyceae	Tetrastrum staurogeniaeforme			3,17	1		
765	Chlorophyceae	Tetrastrum triangulare	4,07	1	4,20	1	1,59	1
814	Chlorophyceae	Volvox					2,52	3
812	Chlorophyceae	Volvox aureus					2,52	3
813	Chlorophyceae	Volvox globator					2,52	3
815	Chlorophyceae	Willea irregularis					1,37	2
817	Chlorophyceae	Willea vilhelmii	1,03	3				
848	Choanoflagellata	Stelixomonas dichotoma					2,05	3
90	Chrysophyceae	Bitrichia chodatii	0,70	3			0,86	3
142	Chrysophyceae	Chrysamoeba	0,92	2				
151	Chrysophyceae	Chrysolykos planctonicus					1,33	1
152	Chrysophyceae	Chrysolykos skujae					0,77	2
306	Chrysophyceae	Dinobryon			1,45	1		
296	Chrysophyceae	Dinobryon bavaricum	1,65	1	1,04	1	1,95	1
297	Chrysophyceae	Dinobryon crenulatum	0,80	1				
298	Chrysophyceae	Dinobryon cylindricum	0,90	1	0,98	1		
299	Chrysophyceae	Dinobryon divergens	1,08	1	1,69	1	1,18	1
300	Chrysophyceae	Dinobryon divergens var. schauinslandii	1,08	1	1,69	1	1,18	1
302	Chrysophyceae	Dinobryon sertularia	1,15	2			2,22	1
303	Chrysophyceae	Dinobryon sociale	1,70	1	1,75	1	1,61	1
304	Chrysophyceae	Dinobryon sociale var. americana	1,70	1	1,75	1	1,61	1
305	Chrysophyceae	Dinobryon sociale var. stipitatum	1,70	1	1,75	1	1,61	1
438	Chrysophyceae	Mallomonas akrokomos					2,90	2
439	Chrysophyceae	Mallomonas caudata	2,60	1			2,25	2

Fortsetzung c von Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
512	Chrysophyceae	Ochromonas	1,74	1				
508	Chrysophyceae	Ochromonas globosa	1,74	1				
509	Chrysophyceae	Ochromonas nana	1,74	1				
510	Chrysophyceae	Ochromonas ornata	1,74	1				
511	Chrysophyceae	Ochromonas sphaerella	1,74	1				
599	Chrysophyceae	Pseudokephyrion entzii			1,50	1		
601	Chrysophyceae	Pseudopedinella erkensis					1,25	1
850	Chrysophyceae	Stichogloea doederleinii	0,66	2				
740	Chrysophyceae	Synura	3,20	3	2,08	1		
1311	Chrysophyceae	Synura sphagnicola	3,20	3	2,08	1		
741	Chrysophyceae	Synura uvella	3,20	3			3,00	3
811	Chrysophyceae	Uroglena	1,30	1			1,82	1
810	Chrysophyceae	Uroglena americana	1,30	1			1,82	1
158	Conjugatophyceae	Closterium aciculare	2,02	1	3,72	1	1,90	2
159	Conjugatophyceae	Closterium acutum	4,40	1	1,41	1	2,40	2
160	Conjugatophyceae	Closterium acutum var. lineae			6,04	2		
161	Conjugatophyceae	Closterium acutum var. variabile			1,95	1	2,95	2
168	Conjugatophyceae	Closterium limneticum			3,99	2	3,10	1
172	Conjugatophyceae	Closterium pronum			5,23	1		
198	Conjugatophyceae	Cosmarium bioculatum	0,65	1			2,35	1
199	Conjugatophyceae	Cosmarium depressum					1,68	2
200	Conjugatophyceae	Cosmarium depressum var. planctonicum					1,68	2
477	Conjugatophyceae	Mougeotia	2,96	2	2,78	1	2,45	1
478	Conjugatophyceae	Mougeotia thylespora	2,96	2	2,78	1	2,45	1
479	Conjugatophyceae	Mougeotia viridis	2,96	2	2,78	1	2,45	1
708	Conjugatophyceae	Staurastrum gracile	3,34	1	5,68	4		
709	Conjugatophyceae	Staurastrum gracile var. nanum	3,34	1	5,68	4		
710	Conjugatophyceae	Staurastrum paradoxum			4,99	2	2,92	2
711	Conjugatophyceae	Staurastrum pingue	1,34	2				
713	Conjugatophyceae	Staurastrum tetracerum	1,03	2	1,86	1	3,50	2
236	Cryptophyceae	Cryptomonas 30-35µm			3,36	1	2,00	2
237	Cryptophyceae	Cryptomonas 35-40µm			3,36	1	2,00	2
238	Cryptophyceae	Cryptomonas 40-45µm			3,36	1	2,00	2
239	Cryptophyceae	Cryptomonas 45-50µm			3,36	1	2,00	2
240	Cryptophyceae	Cryptomonas 50-55µm			3,36	1	2,00	2
241	Cryptophyceae	Cryptomonas 55-60µm			3,36	1	2,00	2
220	Cryptophyceae	Cryptomonas curvata			3,36	1	2,00	2
221	Cryptophyceae	Cryptomonas erosa	1,81	1				
222	Cryptophyceae	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	1,81	1				
225	Cryptophyceae	Cryptomonas ovata	1,81	1				
226	Cryptophyceae	Cryptomonas phaseolus	1,81	1				
228	Cryptophyceae	Cryptomonas rostratiformis			3,36	1	2,00	2
17	Cyanobacteria	Anabaena circinalis	3,25	2	5,20	2		
18	Cyanobacteria	Anabaena compacta			6,11	2		
19	Cyanobacteria	Anabaena crassa			3,00	4		
21	Cyanobacteria	Anabaena flos-aquae					1,35	1
941	Cyanobacteria	Anabaena flos-aquae/ A. perturbata					1,35	1
24	Cyanobacteria	Anabaena lemmermannii	1,50	1				
26	Cyanobacteria	Anabaena planctonica					2,97	2
29	Cyanobacteria	Anabaena solitaria					1,35	1
32	Cyanobacteria	Anabaena spiroides			4,50	1	1,10	1
1268	Cyanobacteria	Anabaena viguieri			6,12	3		
38	Cyanobacteria	Anabaenopsis	4,72	1	6,12	2		
35	Cyanobacteria	Anabaenopsis arnoldii	4,72	1	6,12	2		
37	Cyanobacteria	Anabaenopsis elenkinii	4,72	1	6,12	2		
58	Cyanobacteria	Aphanizomenon			3,88	1	2,75	1
54	Cyanobacteria	Aphanizomenon flos-aquae			3,88	1	2,67	2
55	Cyanobacteria	Aphanizomenon gracile	3,38	1	3,88	1	2,85	2
56	Cyanobacteria	Aphanizomenon issatschenkoi	4,17	2	3,88	1		

Fortsetzung d von Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
64	Cyanobacteria	Aphanocapsa			1,34	1		
59	Cyanobacteria	Aphanocapsa delicatissima			1,34	1	1,63	1
60	Cyanobacteria	Aphanocapsa elachista			1,34	1	2,17	1
861	Cyanobacteria	Aphanocapsa grevillei			1,34	1		
61	Cyanobacteria	Aphanocapsa holsatica			1,34	1		
62	Cyanobacteria	Aphanocapsa incerta			1,34	1		
63	Cyanobacteria	Aphanocapsa reinboldii			1,34	1		
66	Cyanobacteria	Aphanothece clathrata	1,10	2	0,92	1	1,61	1
134	Cyanobacteria	Chroococcus limneticus	0,82	1	1,59	1	1,13	2
135	Cyanobacteria	Chroococcus minutus	1,00	1			1,14	2
137	Cyanobacteria	Chroococcus turgidus					0,63	2
187	Cyanobacteria	Coelosphaerium kuetzingianum	1,12	1				
246	Cyanobacteria	Cyanodictyon	1,28	2				
244	Cyanobacteria	Cyanodictyon imperfectum	1,28	2				
245	Cyanobacteria	Cyanodictyon planctonicum	1,28	2				
1287	Cyanobacteria	Cyanodictyon reticulatum	1,28	2				
267	Cyanobacteria	Cylindrospermopsis raciborskii	4,80	2	4,97	1		
365	Cyanobacteria	Gloeotrichia echinulata	1,86	1				
375	Cyanobacteria	Gomphosphaeria			3,26	1		
370	Cyanobacteria	Gomphosphaeria aponina			3,26	1		
975	Cyanobacteria	Gomphosphaeria natans			3,26	1		
427	Cyanobacteria	Leptolyngbya tenuis					1,23	2
431	Cyanobacteria	Limnithrix planctonica	4,20	3	5,40	4		
432	Cyanobacteria	Limnithrix redekei	4,04	1	4,68	2	4,25	2
448	Cyanobacteria	Merismopedia	1,56	1	5,13	1	2,55	1
879	Cyanobacteria	Merismopedia elegans	1,56	1	5,13	1	2,55	1
931	Cyanobacteria	Merismopedia glauca	1,56	1	5,13	1	2,55	1
920	Cyanobacteria	Merismopedia minima	1,56	1	5,13	1	2,55	1
1020	Cyanobacteria	Merismopedia punctata	1,56	1	5,13	1	2,55	1
449	Cyanobacteria	Merismopedia tenuissima	1,56	1	5,13	1	2,55	1
452	Cyanobacteria	Microcystis aeruginosa	3,06	1	2,28	1	3,20	2
455	Cyanobacteria	Microcystis flos-aquae	3,75	1			2,82	1
460	Cyanobacteria	Microcystis viridis	2,50	2	2,36	2		
462	Cyanobacteria	Microcystis wesenbergii			4,25	1	4,50	2
524	Cyanobacteria	Oscillatoria			3,45	1		
525	Cyanobacteria	Oscillatoria trichoides			3,45	1		
579	Cyanobacteria	Planktolyngbya contorta			6,05	1	3,70	2
580	Cyanobacteria	Planktolyngbya limnetica	3,51	2	5,18	1	3,65	2
584	Cyanobacteria	Planktothrix agardhii	4,14	1	5,03	1		
586	Cyanobacteria	Planktothrix rubescens					1,55	2
594	Cyanobacteria	Pseudanabaena catenata	3,86	4				
596	Cyanobacteria	Pseudanabaena limnetica	3,94	2	4,64	1	2,32	2
621	Cyanobacteria	Rhabdoderma lineare	1,27	2				
624	Cyanobacteria	Rhabdogloea smithii					2,57	3
694	Cyanobacteria	Snowella	1,06	1	1,10	2	1,57	1
691	Cyanobacteria	Snowella atomus	1,06	1	1,10	2	1,57	1
692	Cyanobacteria	Snowella lacustris	1,06	1	1,10	2	1,57	1
693	Cyanobacteria	Snowella litoralis	1,06	1	1,10	2	1,57	1
1307	Cyanobacteria	Snowella septentrionalis	1,06	1			1,57	1
736	Cyanobacteria	Synechococcus					1,25	3
738	Cyanobacteria	Synechococcus cedrorum					1,25	3
820	Cyanobacteria	Woronichinia compacta			5,22	1		
821	Cyanobacteria	Woronichinia naegeliana	2,66	2	5,16	2	2,10	2
102	Dinophyceae	Ceratium cornutum	0,68	3			0,59	3
103	Dinophyceae	Ceratium furcoides	3,67	2	3,08	3		
104	Dinophyceae	Ceratium hirundinella			1,92	1		
390	Dinophyceae	Gymnodinium			2,22	1	1,21	1
383	Dinophyceae	Gymnodinium acuminatum			2,22	1	1,21	1
386	Dinophyceae	Gymnodinium cnecoides			2,22	1		

Fortsetzung e von Tabelle 3-17: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren für die drei Seetypengruppen.

Taxon Code Nr.	Klasse	Taxonname	geschichtete TL Seetyp 10 & 13		polymiktische TL Seetyp 11, 12 & 14		Alpen- und Voralpenseen Seetyp 1, 2, 3 & 4	
			TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor	TAW	Stenökiefaktor
387	Dinophyceae	Gymnodinium fuscum			2,22	1	1,21	1
877	Dinophyceae	Gymnodinium lacustre			2,22	1	1,21	1
389	Dinophyceae	Gymnodinium lantzschii			2,22	1		
385	Dinophyceae	Gymnodinium uberrimum	1,97	1	2,22	1	0,92	1
886	Dinophyceae	Peridiniopsis			4,89	4		
957	Dinophyceae	Peridiniopsis berlinense			4,89	4		
545	Dinophyceae	Peridiniopsis cunningtonii			4,89	4		
845	Dinophyceae	Peridiniopsis penardiforme			4,89	4		
546	Dinophyceae	Peridiniopsis polonicum			4,89	4		
547	Dinophyceae	Peridinium aciculiferum			4,10	2	2,62	1
548	Dinophyceae	Peridinium bipes					2,27	2
549	Dinophyceae	Peridinium cinctum	1,21	1	4,15	1		
551	Dinophyceae	Peridinium umbonatum var. goslaviense					1,23	1
558	Dinophyceae	Peridinium umbonatum-Komplex					1,23	1
560	Dinophyceae	Peridinium willei	1,18	2	0,94	2	1,05	2
326	Euglenophyceae	Euglena	4,11	1	4,93	1	3,40	1
323	Euglenophyceae	Euglena ehrenbergii	4,11	1	4,93	1	3,40	1
998	Euglenophyceae	Euglena oxyuris	4,11	1	4,93	1	3,40	1
973	Euglenophyceae	Euglena tripteris	4,11	1	4,93	1	3,40	1
327	Euglenophyceae	Euglena variabilis	4,11	1	4,93	1	3,40	1
328	Euglenophyceae	Euglena viridis	4,11	1	4,93	1	3,40	1
566	Euglenophyceae	Phacus longicauda					3,75	1
568	Euglenophyceae	Phacus pyrum	5,00	1	6,04	2		
771	Euglenophyceae	Trachelomonas volvocina					2,15	2
144	Haptophyceae	Chrysochromulina	1,91	1	2,54	1		
143	Haptophyceae	Chrysochromulina parva	1,91	1	2,54	1		
758	Prasinophyceae	Tetraselmis cordiformis					1,26	4
313	Ulvophyceae	Elakatothrix			1,54	1		
311	Ulvophyceae	Elakatothrix gelatinosa	1,23	1	1,54	1		
312	Ulvophyceae	Elakatothrix genevensis			1,54	1		
908	Ulvophyceae	Elakatothrix lacustris			1,54	1		
413	Ulvophyceae	Koliella longiseta	3,47	2	2,87	2		
440	Ulvophyceae	Planctonema					0,94	2
578	Ulvophyceae	Planctonema lauterbornii					0,94	2
852	Xanthophyceae	Trachydiscus sexangulatus	0,65	2				
778	Xanthophyceae	Tribonema	1,30	1	2,66	2		
999	Xanthophyceae	Tribonema aequale	1,30	1	2,66	2		
1314	Xanthophyceae	Tribonema minus	1,30	1	2,66	2		
779	Xanthophyceae	Tribonema vulgare	1,30	1	2,66	2		

3.3.4 Fakultativer Diatomeen-Index, DI-PROF ermittelt aus Profundalproben

Neben den drei obligaten Metrics „Biomasse“, „Algenklassen“ und „PTSI“ kann fakultativ und ergänzend ein weiterer Metric, der DI-PROF, zur Bewertung von Tieflandseen herangezogen werden.

In Fällen, in denen zu wenige Indikator taxa für den PTSI ermittelt wurden, kann der DI-PROF ergänzende Informationen geben. Die Gesamtbewertung des PSI unter Einbindung des DI-PROF wird im Auswertungsprogramm **PhytoSee** in einem gesonderten Feld ausgegeben.

Der DI-PROF wurde von Schönfelder (2006) entwickelt. Er nutzt die pelagischen Diatomeenreste, die sich in der obersten Schicht des Profundals eines Sees abgelagert haben. Ihr Dominanzwert wird anhand von Diatomeenpräparaten bestimmt (nicht Utermöhl-Technik).

Die Beprobung und Bestimmung der Profundaldiatomeen erfolgt nach den Vorgaben der Beprobungsvorschrift (Anhang Teil 1, 1.3). Dazu muss im Untersuchungszeitraum eine Sedimentprobe von der Sedimentoberfläche (0–1 cm) an der tiefsten Stelle im See entnommen werden.

Die in der Sedimentprobe enthaltenen Diatomeenschalen werden aufbereitet und präpariert. Anhand von Diatomeen-Dauerpräparaten (Einbettung in hochbrechendem Kunstharz) wird im Durchlichtmikroskop bei 1200 facher Vergrößerung mit Ölimmersionsobjektiven einer numerischen Apertur > 1,30 die relative Zusammensetzung der Planktondiatomeen ermittelt. Die ermittelten Dominanzwerte der planktischen Arten ($DOM-W_i$) werden mit einem Trophieoptimumwert ($TO-PROF_i$) und einem Gewichtungswert ($G-PROF_i$), artspezifisch verrechnet, um für jede Probe den Trophieindex für planktische Diatomeen in Profundalproben DI-PROF zu ermitteln. Die Trophieoptimum- und Gewichtungswerte sind der Tabelle 3-19 zu entnehmen. Die genaue Berechnung des DI-PROF einer Probe k erfolgt nach folgender Gleichung:

$$DI-PROF_k = \frac{\sum(\sqrt{DOM-W_{i,k}} \times TO-PROF_i \times G-PROF_i)}{\sum(\sqrt{DOM-W_i} \times G-PROF_i)}$$

DI-PROF_k = Trophieindex für planktische Diatomeen in einer Profundalprobe k

DOM-W_{i,k} = Prozentanteil des i-ten Taxons in der Probe k

TO-PROF_i = Trophieoptimum des i-ten Taxons

G-PROF_i = Gewichtungswert des i-ten Taxons

Anhand der Abweichung des DI-PROF von der Referenztrophie – mathematisch als Differenz errechnet – kann die ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL ermittelt werden.

Dabei ist die sehr unterschiedliche und eigens für den DI-PROF zugrunde gelegte Referenztrophie der Seetypen bzw. Subtypen zu beachten (s. Tabelle 3-18).

Tabelle 3-18: Klassengrenzen für die Bewertung norddeutscher glazial entstandener Seen mit dem Planktonmetric DI-PROF nach Schönfelder (2006).

See- typ	Trophie im Referenzzustand	Bewertung mit Prädikat				
		sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
		bei aktuell vorhandenem DI-PROF im Bereich				
13	oligo-mesotroph	< 1,75	1,75...2,24	2,25...2,74	2,75...3,24	> 3,24
10	mesotroph	< 2,25	2,25...2,74	2,75...3,24	3,25...3,74	> 3,74
14	stark mesotroph	< 2,50	2,50...2,99	3,00...3,49	3,50...3,99	> 3,99
11	stark mesotroph	< 2,50	2,50...2,99	3,00...3,49	3,50...3,99	> 3,99
12	eutroph	< 3,25	3,25...3,74	3,75...4,24	4,25...4,74	> 4,74

Tabelle 3-19: Trophieoptimum- (TO-PROF_i) und Gewichtungswerte (G-PROF_i) für den Di-PROF nach Schönfelder (2006) erweitert um zugehörige Sippen in DV-Liste.

DV_Nr	Taxonname nach DV-Liste (Mauch et al. 03)	Optimum (TO-PROF _i)	Gewichtung (G-PROF _i)
16151	<i>Actinocyclus normanii</i>	11,42	0,3
6050	<i>Asterionella formosa</i>	1,19	3,5
6798	<i>Aulacoseira ambigua</i>	7,75	0,9
6785	<i>Aulacoseira granulata</i>	8,62	0,7
16783	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>curvata</i>	8,62	0,7
6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	8,62	0,7
6907	<i>Aulacoseira islandica</i>	1,47	3,6
6786	<i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>helvetica</i>	1,47	3,6
6788	<i>Aulacoseira subarctica</i>	0,55	2,5
16791	<i>Cyclostephanos delicatus</i>	5,64	1,7
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	6,63	1,4
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	9,94	0,5
6178	<i>Cyclotella atomus</i>	5,14	2,3
6929	<i>Cyclotella comensis</i>	-6,3	0,3
16185	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0,08	1,9
6179	<i>Cyclotella distinguenda</i>	4,11	3,9
6731	<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>unipunctata</i>	0,08	1,9
6733	<i>Cyclotella krammeri</i>	-7,07	0,2
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	11,1	0,4
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	-0,77	1,5
6735	<i>Cyclotella praetermissa</i>	1,5	3,4
6945	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	2,71	5,7
6204	<i>Cyclotella radiosa</i>	1,89	4,4
6928	<i>Cyclotella rossii</i>	-0,25	1,5
16190	<i>Cyclotella schumannii</i>	-10,07	0,1
16804	<i>Cyclotella tripartita</i>	-11,38	0,1
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	5,14	2,8
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	2,61	5
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	2,95	7,1
16575	<i>Fragilaria ulna</i> acus-Sippen	3,39	5,1
6410	<i>Fragilaria ulna</i> angustissima-Sippen	6,2	1,8
6233	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	3,39	5,1
6594	<i>Nitzschia graciliformis</i>	3,75	5,5
6795	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	1,15	3,4
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	6,89	1,3
6817	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>tenuis</i>	6,89	1,3
6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	2,88	5,1
6940	<i>Stephanodiscus parvus</i>	2,88	5,1
6796	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3,79	5,8
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	-4,36	0,5
16764	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>ambigua</i>	-4,36	0,5
16765	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>	-4,36	0,5
16766	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>geniculata</i>	-4,36	0,5
16767	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>intermedia</i>	-4,36	0,5
16768	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>linearis</i>	-4,36	0,5
16769	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>pelagica</i>	-4,36	0,5
16770	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>teilingii</i>	-4,36	0,5

3.3.5 Berechnung der Gesamtbewertung des PSI (Phyto-See-Index)

Der Phyto-See-Index beruht auf den Metrics „Biomasse“, „Algenklassen“ und „PTSI“. Die Ergebnisse dieser Metrics sind in den verschiedenen Seetypen unterschiedlich geeignet, den ökologischen Zustand anhand des Phytoplanktons in Seen zu reflektieren. Basierend auf Seetyp-spezifischen Regressionsanalysen zum trophischen Zustand der Seen (LAWA-Index; 1999 unter Verwendung des IST-Wertes) erhalten die Indexwerte der Kenngrößen ein unterschiedliches Gewicht für die Gesamtbewertung.

Die Zusammenführung der Einzelergebnisse der Metrics zu einem Gesamtergebnis erfolgt durch gewichtete Mittelwertbildung. Die dafür notwendigen Gewichtungsfaktoren je nach Seetyp sind in Tabelle 3-20 aufgeführt.

Die Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) erfolgt nach folgendem Schema:

- a) Multiplikation jedes Index mit dem Seetyp- und Kenngröße-spezifischen Gewichtungsfaktor
- b) Aufsummierung aller Ergebnisse (= Zähler) und
- c) Division durch die Summe der verwendeten Gewichtungsfaktoren (= Nenner)
- d) Rundung des Ergebnisses auf eine Dezimalstelle hinter dem Komma
- e) Zuordnung der ökologischen Zustandklasse nach WRRL anhand der Tabelle 3-1, wobei gilt: PSI-Werte zwischen 0,5 und 1,5 = „sehr gut“, von 1,51–2,5 = „gut“ usw.

Der fakultative Index DI-PROF (Schönfelder 2006) kann durch die in Tabelle 3-20 aufgelisteten Gewichtungsfaktoren in den PSI testweise einberechnet werden.

Tabelle 3-20: Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-See-Index (PSI) aus den Einzelkenngrößen. Die genauere Bezeichnung der Seetypen ist Tabelle 3-2 aufgelistet.

Seetyp mit Subtyp	G-Faktor für Metric „Biomasse“	G-Faktor für Metric „Algenklassen“	G-Faktor für Metric „PTSI“	G-Faktor für Metric DI-PROF (fakultativ für Tieflandseen)
1	2	1	2	
2+3	2	1	2	
4	2	1	4	
10.1	1	1	1	0,5
10.2	1	1	1	0,5
11.1	4	1	2	1
11.2	4	2	1	1
12	4	2	1	1
13	4	1	2	2
14	1	1	1	0,5

Beispiel: Für einen See des Seetyps 12 wurden folgende Bewertungswerte ermittelt:

Biomasse = 3,3; Algenklasse = 3; PTSI = 4,5. Die Berechnung des PSI erfolgt dann folgendermaßen:

$$\text{PSI} = \frac{(3,3 \times 4 + 3 \times 2 + 4,5 \times 1)}{7} = 3,9$$

3.3.6 Mindestanforderungen an die Eingangsdaten zur gesicherten Bewertung mittels PSI

Die Bestimmung der Mindestanforderungen an die Eingangsdaten zur gesicherten Bewertung mittels des Verfahrens ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht abgeschlossen. Eine Unterschreitung der bisher bekannten Anforderungen führt dazu, dass die Bewertung nach den Einzelkenngrößen oder die Gesamtbewertung mittels des PSI nicht erfolgen kann. Bei Ausfall der Bewertung von Einzelkenngrößen muss dem Gesamtbewertungsergebnis PSI ein entsprechender Warnhinweis beigelegt werden, der bei der Ableitung des Handlungsbedarfes für das Gewässer berücksichtigt werden muss (im Folgenden kurz „Warnhinweis erforderlich“).

Der gleichzeitige Wegfall von mehreren Einzelkenngrößen oder -parametern durch Unterschreitung mehrerer Anforderungen führt dazu, dass die Gesamtbewertung mittels des PSI ungültig ist (s. Fall e).

Die Anforderungen des PSI-Verfahrens sind nach dem bisherigen Wissensstand folgende:

- a) Bei Unterschreitung einer Beprobungszahl von 4 pro Jahr kann keinerlei Bewertung erfolgen.
- b) Bei Unterschreitung der geforderten Beprobungszahl (6 Proben pro Jahr im Zeitraum zwischen März und November) um 1–2 Proben kann nur eine ungesicherte Bewertung erfolgen. Dies gilt insbesondere für die Zuordnung zum guten oder zum mäßigen Zustand. Warnhinweis „ungesicherte Bewertung“ erforderlich!
- c) Die Anzahl der geforderten Indikator taxa wird im neuen Verfahren von 3,5 auf 4 Taxa im Jahresmittel angehoben (Begründung s. Abbildung 2 und Abbildung 3). Bei Unterschreitung der geforderten Indikatorzahl von 4 Taxa im Jahresmittel kann keine Bewertung mittels der Einzelkenngröße PTSI, und keine gesicherte Gesamtbewertung mit dem PSI, basierend auf den anderen beiden Metrics erfolgen. Warnhinweis „ungesicherte Bewertung“ erforderlich!
- d) Bei völligem Fehlen oder zu geringer Zahl von Chlorophyll a-Bestimmungen kann eine Gesamtbewertung mittels des PSI vorgenommen werden. Der Biomasse-Metric basiert dann lediglich auf dem Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons. Da sich die europäische Interkalibrierung der Kenngröße „Phytoplankton Biomasse“ für die Tieflandseen (CB GIG) allein auf den Metric „Chlorophyll a“ stützt, ist das Bewertungsergebnis des PSI ohne Chlorophyll a-Wertung jedoch nicht ausreichend für eine Zustandsmeldung an die EG. Warnhinweis „ungesicherte Bewertung“ erforderlich!
- e) Bei Unterschreitung der geforderten Indikatorzahl von 4 Taxa im Jahresmittel in Kombination mit einer Unterschreitung der geforderten Beprobungszahl oder in Kombination einer fehlenden Bewertung mittels des Einzelparameters Chlorophyll a-Saisonwert im Rahmen des Metrics Biomasse, kann kein gesichertes Gesamtergebnis mittels des PSI er-

folgen. Das PSI-Ergebnis ist dann ungültig. Warnhinweise „ungesicherte Bewertung“ erforderlich!

Erläuterungen zur Herleitung der geforderten Indikatorzahl (nicht Bestandteil des zukünftigen Handbuchttextes):

Die Mindestanzahl an Indikatorarten für eine gesicherte PTSI-Bewertung musste zur Entwicklung des Verfahrens sowie bei Anwendung des PTSI auf Phytoplanktondatensätze anderer Mitgliedsstaaten bei der Interkalibrierung auf 3,5 bzw. 3,0 gesenkt werden. Dies war ein Kompromiss, um nicht zu viele Datensätze auszuschließen. Die Abbildung 2 zeigt dagegen, dass erst oberhalb einer Indikatorzahl von 4 eine größere Abweichung des PTSI von der Orientierungsgröße LAWA-Index vermieden werden kann.

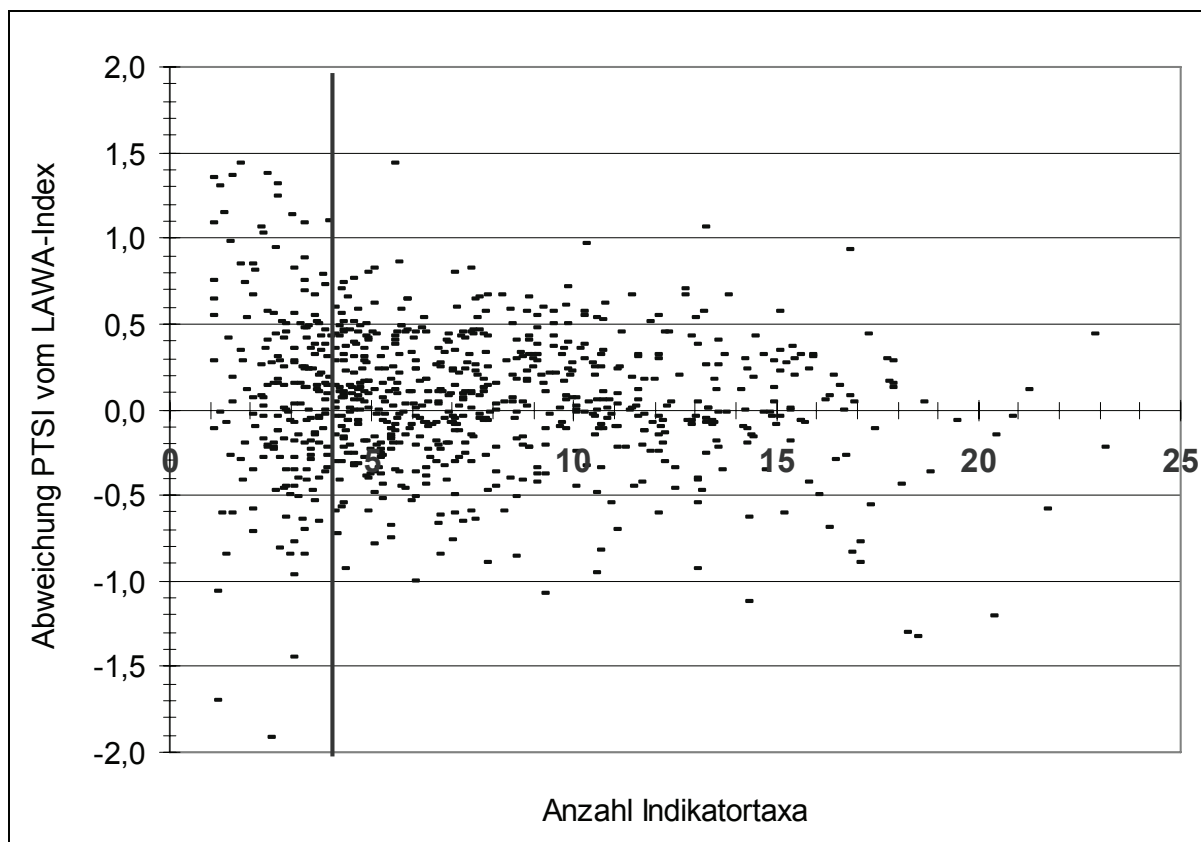


Abbildung 2: Abweichung des PTSI (Jahresmittelwert) vom LAWA-Trophie-Index in Abhängigkeit von der Anzahl der Indikatortaxa. Anzahl Seenjahre = 802, alle Ökoregionen.

Ausgehend von der Grundüberlegung, dass eine Abweichung des PTSI um $\pm 0,5$ Indexeinheiten (entspricht einer Trophiestufe) von der Orientierungsgröße noch tolerabel ist, so kann für jede Indikatoranzahl im Prüfdatensatz ($n = 802$ Seenjahre) eine Trefferquote des PTSI in % der Seenjahre angegeben werden (s. Abbildung 3). Die Abbildung zeigt, dass selbst bei höheren Zahlen an gefundenen Indikatortaxa, die Trefferquote sich bei etwa 80–90% einpendelt. Setzt man daran angelehnt mindestens 80% Trefferquote als Ziel für die PTSI-Bewertung an, so müssen nach Abbildung 3 mindestens 4 Indikatortaxa im Jahresmittel gefordert werden.

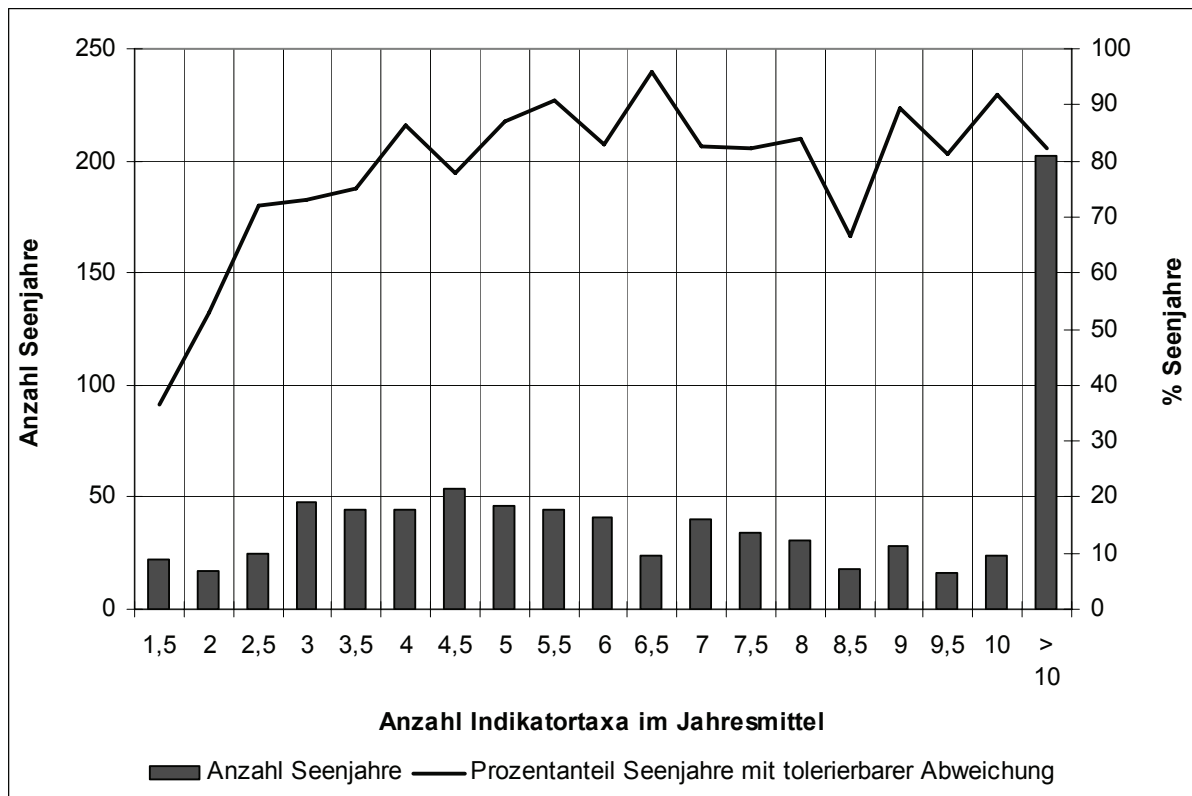


Abbildung 3: Trefferquote des PTSI in % der Seenjahre in Abhängigkeit von der Anzahl der ermittelten Indikatortaxa.

4 **PhytoSee – ein Auswertungsprogramm zur automatisierten Berechnung des Phyto-See-Index**

Die erste Programm-Version wurde nach dem Verfahrensstand vom März 2006 (Nixdorf et al. 2006) auf Access-Basis programmiert (alt: PhytoPTSI). Die Anwendung mittels einer Formatvorlage sowie die Bewertungsergebnisse, die in einer Excel-basierten Exportdatei vom Programm ausgegeben werden, wurden auf dem Workshop im April 2007 vorgestellt (s. Kapitel 10). Dabei wurden auch die ersten Erfahrungen der Bundesländer mit dem Programm zusammengetragen und eine Umbenennung des Auswertungsprogramms in „**Phyto-See**“ beschlossen. Die folgende Liste enthält die im Workshop geäußerten Verbesserungsvorschläge und Wünsche. (Wenn diese in der neuen Programmversion umgesetzt wurden, sind sie mit dem Wort „erfolgt“ gekennzeichnet.)

- a) Die taxonomischen Eingangsdaten sollen mit Taxa-Klarnamen in der Export-Datei ausgegeben werden. (erfolgt)
- b) Wurden quantitative Befunde eines Taxons in mehreren Größenklassen gelistet, sollte es wie im Auswertungsprogramm PhytoFluss eine Aufsummierungshilfe geben. Dies ist erforderlich, da es bewertungsrelevant ist, ob Abundanzklassen aus mehreren Einzelwerten oder einem je Taxon aufsummierten Biovolumenwert berechnet werden. (erfolgt)
- c) Es gibt immer wieder Meldungen, dass Taxonbiovolumina mit sehr kleinem Wert durch das Programm PhytoSee (Version 1.0 Juli_07) nach dem Import als NULLWERTE in der Access-Tabelle „Taxon_BV_Seen“ von PhytoSee erscheinen und damit bei der Bewertung entfallen. Um dies zu vermeiden, müssen die Biovolumina, Zellzahlen und Zellvolumina als Standard-Wert oder mit 9 Dezimalstellen formatiert sein, BEVOR die Daten in das Programm importiert werden. Auf dies wird nun ausdrücklich in der Formatvorlage Seen verwiesen. (erfolgt)
- d) Auch DV-kodierte Befunde nach Mauch et al. (2003) sollen mittels PhytoSee auswertbar sein. Bisher basiert die Kodierung der Taxabefunde ausschließlich auf der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons (Taxon_ID der HTL). Es ist nun eine neue Tabelle „Translate_von_DV_Nr_nach_HTL“ aus allen erdenklichen DV kodierten Phytoplankton-Taxa (Mauch et al. 2003; DV Liste Stand März 07; Internetversion) im Programm aufgenommen und darin eine Zuordnung der 2400 bisher nicht zugeordneten Taxa zu einer vorhandenen HTL-Nummer erstellt worden. Diese Zuordnung ist vorläufig und bedarf einer detaillierten Überprüfung. (z.T. erfolgt)
- e) Die Gewässernummer (Feldname: GesGewNr-intern) sollte alleiniger Verknüpfungspunkt im Programm sein (Primärschlüssel), zurzeit ist es aber zusätzlich erforderlich, dass auch der Gewässername immer in exakt gleicher Schreibweise in den Format-Tabellen „Gewässername_SeeNr“ und „Probendaten_Seen“ für den Datenimport geschrieben ist.
- f) Wenn die Gewässernummer (Feldname: GesGewNr-intern) für mehrere Messorte gleich ist, dann werden diese verschiedenen Messpunkte (Seebecken) eines Wasserkörpers gemittelt. Führt man eine Berechnung nacheinander mit gleicher und mit verschiedener Gewässernummer durch, erhält man die Information, wie der Wasserkörper insgesamt bewertet wird sowie die Einzelbewertungen der Messpunkte (verfügbar).
- g) Es wurde gewünscht, dass auch Testberechnungen an Datenbefunden durchgeführt werden können, die von Gewässern stammen, die keinem der bearbeiteten Seetypen angehören. Durch Eintrag im Feld „Seen Subtyp“ in der Formatvorlagentabelle „Gewässername_SeeNr“ kann testweise ein bereits definierter Seetyp zugeordnet werden. Es bleibt

aber festzustellen, dass die Grenzwerte und Indikatorlisten nur für den bisher vorliegenden Datensatz gelten und daher die Bewertung nur Testcharakter hat. Weiter gehende Bewertungsvorgaben werden u.a. in dem derzeit laufenden LAWA-Projekt für künstliche und stark veränderte Seen sowie für die Gruppe der Mittelgebirgsseen (Hoehn et al. 2007–2008) erarbeitet. (verfügbar).

- h) Chemische Daten, die nicht numerisch sind (z.B. durch versteckte Leerzeichen oder Textformat) oder mit Sonderzeichen < oder > gekennzeichnet sind, sind für den Import nach Tabelle „Probendaten_Seen“ nicht geeignet. Um hierfür einen automatisierten Datenimport zu programmieren, bedarf es eines sehr großen Aufwandes. Deshalb bleibt es Pflicht der Anwender, die Daten entsprechend der überarbeiteten Formatvorlage vorzubereiten.
- i) Manipulationsmöglichkeit für die Monatszuordnung eines Probestermins: Da die meisten Berechnungen als Zwischenschritt das Monatsmittel enthalten, und außerdem das Kriterium „Chlorophyll a-Messungen müssen für eine Kenngrößenberechnung mindestens aus 4 Monaten vorliegen“ gilt, ergibt sich eine Unterschreitung in Ausnahmefällen, bei denen die Beprobungstermine ungünstig direkt am Ende und am Anfang des selben Monats fallen. Deshalb wurde um eine manuelle Manipulationsmöglichkeit für die Monatszuordnung gebeten oder aber ein Algorithmus für eine automatisierte Zuordnung vorgeschlagen. Eine manuelle Manipulationsmöglichkeit ist möglich in Tabelle „Probendaten“ in der Spalte „Monat“, allerdings wird zurzeit noch kein Warnhinweis auf diese Manipulation gegeben.
- j) Erweiterung des Beprobungszeitraumes auf März bis November: Im Praxistest der Bundesländer ergab sich, dass die jahreszeitliche Verteilung der mindestens 6 geforderten Beprobungstermine nicht immer optimal geplant wurde. Einige Bundesländer planen Beprobungen im März aufgrund des LAWA-Trophie-Index und manche nehmen aus organisatorischen Gründen noch Proben im November. Letztere können im Tiefland in den letzten Jahren durchaus noch innerhalb der Vegetationsperiode liegen. Nach Auswertung des Einflusses dieser Monate auf die Gesamtbewertung (s. Kapitel 9) wird der Zeitraum einschließlich März bis November als zulässig erachtet, aber April bis Oktober weiterhin empfohlen (erfolgt mit Warnhinweis s.w.u.). (erfolgt)
- k) Es wird um eine zahlenformatierte Exportdatei nach Excel gebeten. Index-Werte sollen zum Beispiel auf 2 Stellen hinter dem Komma gerundet werden. Dies ist nur durch einen erheblichen Programmieraufwand möglich.
- l) Das Informationsblatt, das in der Excel-Export-Datei von PhytoSee ausgegeben wird, soll mehr Erläuterungen zu den Feldnamen erhalten und den Stand des Programms dokumentieren (erfolgt).

Seither gab es fortlaufend weitere Versionen zur

- Umsetzung der Vorgaben aus dem europäischen Interkalibrierungsprozess und
- Plausibilitätsüberprüfung der Verfahrensüberarbeitungen (PTSI, Algenklassenmetric, Biomasse-Metric und Gewichtung der Metrics) entlang
 - LAWA-Trophie-Index,
 - Chlorophyll a und
 - TP-Konzentration als Belastungsgrößen sowie
 - nach Einschätzung der Bundeslandexperten.

Ende Juli 2007 wurde ein gesicherter Verfahrensstand erreicht, dass heißt, es wurde die Verfahrensbeschreibung als Ergebnis der statistischen Auswertungen weitgehend festgelegt. Diese neue Verfahrensbeschreibung wurde nachprogrammiert. Dadurch wurde es möglich, alle verfügbaren Phytoplankton-Daten aus dem Praxistest und aus den vorangehenden Jahren bewerten zu lassen, sofern sie einem definierten Seetyp zugeordnet werden können.

Das Programm gibt bei unzureichenden Basisdaten automatische Warnhinweise zu den Bewertungsergebnissen aus, welche entweder nur „informativen“ Charakter oder „restriktiven“ Charakter besitzen. Restriktive Warnhinweise führen dazu, dass ein Bewertungsergebnis als nicht gesichert angesehen wird.

Bei Unterschreitung von 4 Beprobungen im Zeitraum März bis November werden überhaupt keine Bewertungen und entsprechende Warnhinweise ausgegeben und das Untersuchungsjahr fehlt völlig.

Ein „informativer Warnhinweis“ und ein gültiges Gesamtbewertungsergebnis wird ausgegeben, wenn

- 1) die Einzelkenngröße Chlorophyll a-Max-Wert nicht gewertet werden kann (Warnhinweis)

„Restriktive Warnhinweise“ und ein „ungesichertes und nicht WRRL-konformes Gesamtbewertungsergebnis“ wird ausgegeben, wenn

- 1) der Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) aufgrund einer zu kleinen Indikatortaxazahl nicht berechnet wird (Warnhinweis wird ausgegeben)
- 2) die Einzelkenngröße Chlorophyll a-Max-Wert und Chlorophyll-Saisonwert nicht berechnet werden aufgrund zu weniger oder fehlender Chlorophyll a-Messwerte. (Der Biomasse-Metric wird in diesem Fall allein auf Basis des Gesamtbiovolumens des Phytoplanktons berechnet.)

Unter dem Feldnamen „Beprobung konform?“ werden Warnhinweise hinsichtlich Beprobungsanzahl oder der jahreszeitlichen Verteilung gegeben, die von den Empfehlungen der Beprobungsvorschrift abweichen. Die Meldung „Nur 4–5 Proben – Bewertung unsicher“ kennzeichnet das Gesamtbewertungsergebnis als eine unsichere Bewertung. Die Einbeziehung von Beprobungsterminen im März oder November werden durch die Vorschrift nicht empfohlen. Dazu gibt es ebenfalls spezifische Warnhinweise.

PhytoSee Version 1.0 wurde gemeinsam mit der neuen Verfahrensbeschreibung und einer Formatvorlage am 27.07.2007 an die Bundesland-Vertreter des LAWA-AK zur Testung verschickt. An dieser Version sind mindestens die folgenden zwei Änderungen erforderlich:

- a) Die Version (1.0) enthält noch die weniger strenge Anforderung für den PTSI von „mindestens 3,5 Indikatortaxa im Jahresdurchschnitt“, die nach weiteren Auswertungen auf mindestens 4 Indikatorarten heraufgesetzt wurde (s. Abbildung 3). Mit dieser erhöhten Anforderung werden weitere 5,3% der 1005 verfügbaren Untersuchungsjahre von einer Bewertung mittels des PTSI ausgeschlossen und damit wird die Bewertung des PSI in diesen Fällen verändert.
- b) Die PhytoSee-Version (1.0) berücksichtigt noch nicht die sehr seltenen Fälle, wenn die EQ-PTSI-Werte kleiner als 0,5 und größer als 5,5 sind. Diese müssen vor Einberechnung in den PSI auf den PTSI-Wert 0,5 herauf- bzw. auf 5,5 herabgesetzt werden.

Die PhytoSee-Version 1.0 wurde im wesentlichen durch die Verfahrensentwickler programmiert, da es als eine vorrangige Aufgabe angesehen wurde, eine Auswertungshilfe für die komplexen Berechnungen des Bewertungsverfahrens Phyto-See-Index zum Abschluss des Praxistestprojektes für die Anwender zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe hat jedoch erhebliche personelle Kapazitäten des Projektes gebunden und überschritt das Projekt- Budget!

Allerdings ist **PhytoSee** Version 1.0 noch nicht elegant programmiert, d.h. es werden viele aufeinander aufbauende, und damit rechenzeitintensive und schwer extern nachvollziehbare Abfragen benötigt. Außerdem könnte diese Version noch Fehler enthalten, die sich nun im Anwendertest zeigen werden und sie verfügt noch nicht über eine Import-Funktion. Die Export-Funktion lässt noch keine Auswahlmöglichkeiten. Es muss hervorgehoben werden, dass die Entwicklung und Austestung einer endgültigen Verfahrenssoftware weitaus kostenintensiver ist als derzeit dafür Projektmittel vorhanden sind, so dass dies auf eine zukünftige Finanzierung warten muss.

Zwischenzeitlich erfolgt im Rahmen eines im Finanzumfang sehr kleinen Unterauftrages die Neu-Programmierung dieser anwenderfreundlichen Tools sowie aller Berechnungsschritte, die in der Verfahrensbeschreibung festgelegt sind, durch Beauftragung von Jürgen Böhmer (bioforum). Die Gewässernummer soll dann auch alleinige Kodierung für den Messort im Programm werden. Für die Anforderung im Wasserblick/BF werden die Koordinaten der Seen als UTM-Gitter gefordert. Dafür müssen neue Spalten in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ vorgesehen werden.

Es ist absehbar, dass die Programmierung von PhytoSee aufgrund der zu erwartenden Rückmeldungen aus den Bundesländern noch Änderungen erfahren muss, so z.B. eine zahlenformatierte Exportdatei. Dies kann nicht mehr aus dem laufenden Projekt finanziert werden.

5 Dokumentation der Änderungen im Bewertungsverfahren

5.1 Neue Festlegung der Referenztrophy je Seetyp

Im Rahmen des Interkalibrierungsprozesses sowie des vorliegenden Praxistests mussten die Seetyp-spezifischen trophischen Referenzwerte, welche in der Skala des LAWA-Trophie-Index (Ist-Wert, nach LAWA 1999) angegeben sind, überarbeitet werden. Die neuen Referenzwerte und Klassengrenzen mussten in allen Seetypen strenger gefasst werden (Mischke et al. 2006a) als im Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005b).

Der Referenzwert wird in der EG-WRRL nicht gleich der Obergrenze des sehr guten Zustands (H/G) gesetzt, sondern aus den Daten von echten Referenzseen hergeleitet. Die Referenzseen werden nach den Vorgaben der Refcond-Guidance wie folgt definiert:

„...die wichtigsten Optionen für die Festlegung von Referenzbedingungen ...:

- Raumbezogene Referenzbedingungen unter Verwendung von Messstellendaten
- Auf Vorhersagemodelle gestützte Referenzbedingungen
- Zeitbezogene Referenzbedingungen unter Verwendung von historischen Daten oder von Paläorekonstruktion bzw. einer Kombination beider Verfahren
- Eine Kombination der vorstehenden Konzepte.“

Wo die Anwendung all dieser Verfahren nicht möglich ist, können Referenzbedingungen durch Zurateziehen von Sachverständigen festgelegt werden.

Im Fall der Gewässerkategorie „Seen“ wurde im Prozess der europäischen Interkalibrierung in dem zentral europäischen und baltischen GIG und dem alpinen GIG die Referenzseen nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- 1) Keine punktuellen Einleitungen im Einzugsgebiet
- 2) Landnutzung im Einzugsgebiet $\leq 10\%$
wobei Wald auch bei Forstnutzung als natürlich betrachtet wird
- 3) Einwohnerdichte ≤ 10 Einwohner pro km²

Zusätzlich werden im alpinen GIG genannt:

- keine unerwünschten fischereilichen Beeinflussungen wie z.B. Besatz nicht heimischer Arten in den letzten Jahrzehnten sowie das Betreiben von Anlagen zur Fischhaltung und -aufzucht im See
- keine massive Naherholungsnutzung als Aspekt sonstiger menschlicher Beeinflussungen

Deutschland konnte für die Interkalibrierung im Alpinen GIG nahezu alle deutschen Referenzseen des alpinen Raums als Datengrundlage einbringen. Die Vorstellungen der Referenztrophy, die im alpinen GIG entwickelt wurden, liegen dadurch sehr nah in dem Bereich, der sich auch für deutsche Alpen- und Voralpenseen aus Referenzseen und paläolimnologischen Studien ergibt (Hofmann & Schaumburg 2005a, b, c; Schaumburg et al. 2001; Voigt 1996).

Für die Tieflandseen konnten nur sehr wenige, eigene Referenzseen eingebracht werden, weil die meisten deutschen Seen eine zu große Einwohnerdichte im EZG haben. Dadurch sind die Referenzbedingungen der zentral-europäischen Seen überwiegend anhand von Referenzseen im CB GIG hergeleitet wurden, die nicht in Deutschland liegen. Diese Referenzseen waren zumeist kleine Seen und mit einem sehr kleinen Einzugsgebiet (25–75% Perzentil = 2–20 km²). Die im GIG abgeleiteten Referenztrophie-Kenndaten für Chlorophyll a- und TP-Konzentrationen liegen für Seen mit einer mittleren Seetiefe zwischen 3 und 15 m (etwa Typ 13 und Typ 10) bei 3,1 µg/l Chl a und 24 µg/l TP. Dies entspricht etwa den in Nixdorf et al. (2005b) angenommenen Referenzwerten für Typ 13. Für Flachseen (Typ 11.2) liegt der durch das CB GIG abgeleitete Referenzwert bei 6,8 µg/l Chl a und 35 µg/l TP und damit weit unterhalb der bisherigen deutschen Annahmen und paläolimnologischen Rekonstruktionen (in Nixdorf et al. 2005b).

Die Ergebnisse des europäischen Interkalibrierungsprozesses wurden in Milestone-Berichten im September 2006 und nochmals aktualisiert und erweitert am 15. Juni 2007 zusammengefasst und als technical report in dem Dokument „Intercal Decision Results June 07 – Lakes GIGs.doc“ an die Wasserdirektoren weitergeleitet. Die Dokumente sind auf der Internetplattform CIRCA öffentlich zugänglich:

http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/technical_report_2007

http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/milestone_reports/milestone_reports_2007

Die „decision tables“ wurden bei der 12. Sitzung der CIS-AG ECOSTAT diskutiert und weitgehend verabschiedet. Dabei gilt, dass nur die Zustimmung der EG-Nationen erforderlich ist, die aktiv an dem Interkalibrierungsprozess teilgenommen haben bzw. nationale Verfahren für Vergleichstests eingebracht haben. Die anderen Länder müssen die Grenzwerte übernehmen oder Kenngrößen entwickeln, die an einem Testdatensatz vergleichbare Ergebnisse der Bewertung ergeben. Deutschland hat den in diesem Bericht vorliegenden Verfahrensstand in die Interkalibrierung eingebracht.

Zu den Interkalibrierungsergebnissen für Seen gehören neben den Biomasse-Parametern mittlerweile auch Kenngrößen zur Phytoplankton-Zusammensetzung, die an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden. Die im Juli 2007 festgelegten Grenzwerte müssen in den nationalen Verfahren umgesetzt werden. Durch Teilnahme der Verfahrensentwickler an diesem Interkalibrierungsprozess (LAWA-Projekte O 11.06 und O 01.07) konnte auf die Ergebnisse Einfluss genommen werden und diese wiederum direkt in der deutschen Verfahrensüberarbeitung berücksichtigt werden.

Die anzupassende Lage der Referenztrophie wirkt sich entsprechend auf die Lage der Grenzwerte zwischen den ökologischen Zustandsklassen aus (s. Tabelle 5-1). Diese müssen für die Kalibrierung aller Teilmetrics des deutschen Bewertungsverfahrens entlang der Trophieskala berücksichtigt werden. Sie sind indirekt (als Belastungsskala zur Herleitung) oder direkt als Ankerpunkt für den PTSI Bestandteil des vorliegenden Bewertungsverfahrens mittels Phytoplankton. Der trophische Status der Referenzsituation wird in Form des LAWA-Index (1999; s. Tabelle 5-2) angegeben.

Tabelle 5-1: Trophische Referenztrophy in den Seetypen sowie die Klassengrenzen des LAWA-Index und PTSI hinsichtlich ökologischer Zustandsklassen.

	See(sub-)typ der Phytoplanktonbewertung (nach Lage der Referenztrophy sortiert)									
	4	1	2+3	13	10.1	10.2	14	11.1	12	11.2
trophischer Referenzwert zur Berechnung des PTSI (LAWA/PTSI)	0,75	1,25	1,25	1,25	1,50	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25
Klassengrenzen zwischen den ökologischen Zustandsklassen										
trophischer Referenzzustand	o	o	o	o-m1	o-m1	o-m2	o-m2	o-m2	o-m2	o-e1
sehr gut/gut H/G-Grenze	1,25	1,75	1,75	1,75	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75
gut/mäßig G/M-Grenze	1,75	2,25	2,25	2,25	2,50	2,75	2,75	3,00	3,00	3,25
mäßig/ unbefriedigend M/P-Grenze	2,25	2,75	2,75	2,75	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75
unbefriedigend/ schlecht P/B-Grenze	2,75	3,25	3,25	3,25	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00	4,25

Tabelle 5-2: Index-Wertebereiche und trophische Zuordnung modifiziert nach LAWA-Trophieklassifizierung in LAWA (1999).

PTSI (oder LAWA-Index)	Trophieklasse	Abkürzung
0,5 – 1,5	oligotroph	o
> 1,5 – 2,0	mesotroph 1*	m1
> 2,0 – 2,5	mesotroph 2*	m2
> 2,5 – 3,0	eutroph 1	e1
> 3,0 – 3,5	eutroph 2	e2
> 3,5 – 4,0	polytroph 1	p1
> 4,0 – 4,5	polytroph 2	p2
> 4,5	hypertroph	h

* Die Aufspaltung des mesotrophen Zustands in zwei Klassen stellt eine Änderung zu LAWA (1999) dar, kann jedoch ökologisch begründet werden.

Die Lage der Referenztrophy und damit auch die Lage der Grenze zwischen dem sehr guten und guten Zustand (H/G-Grenze) hat sich gegenüber dem Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005b) verändert (Tabelle 5-3). Während in Nixdorf et al. (2005b) der trophische Referenz-

renzzustand noch nicht vom sehr guten Zustand abgegrenzt werden konnte, ist dies nun, unterstützt durch den Interkalibrierungsprozess, erfolgt (Tabelle 5-1). Im Verhältnis zu den größtenteils europäisch kalibrierten Referenzwerten wurde für das deutsche Verfahren die H/G-Grenze jeweils um 0,5 Indexeinheiten oberhalb der Referenz definiert; d.h. eine Abweichung bis zu 0,5 Indexeinheiten wird als eine geringfügige Abweichung vom Referenzzustand betrachtet. Diese Festlegung wird durch die beobachtete Jahr-zu-Jahr-Schwankung von LAWA-Trophie-Index-Werten unterstützt, die anhand von Langzeitdaten in ausgewiesenen Referenzseen festgestellt wurde.

Tabelle 5-3: Veränderung der trophischen Grenze zwischen dem sehr guten und guten Zustand (H/G-Grenze) im bisherigen (alt = Nixdorf et al. 2005b) und im neuen Verfahrensvorschlag zur Phytoplanktonbewertung.

	See(sub-)typ der Phytoplanktonbewertung (nach Lage der Referenztrophy sortiert)									
	4	1	2+3	13	10.1	10.2	14	11.1	12	11.2
H/G-Grenze ALT	1,5	2,5	2	2	2,5	3	2,5	3	3	3,5
H/G-Grenze NEU	1,25	1,75	1,75	1,75	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75

Die größten Verschärfungen der H/G-Grenze um 0,5–0,75 Indexeinheiten werden für die Seetypen 1, 10.1, 10.2, 11.1, 12 und 11.2 vorgeschlagen (Tabelle 5-3). Während dies für die Typen 10 und 11.2 ein Resultat der Interkalibrierung ist, wurden die Referenzwerte für die Seetypen 12 und 11.1 nur analog dazu angepasst.

Dass diese Anpassungen auch eine reale empirische Grundlage haben, beweisen die durch den Praxistest neu hinzugekommenen Daten von polymiktischen Seen des Typs 11.1:

Als Referenzsee für Typ 11.1 ist zum einen der Stoßdorfer See (Brandenburg; 2006) mit einem LAWA-Trophie-Istwert von 2,02, einer Chlorophyll a-Konzentration von 3 µg/l und TP-Werten von 16 µg/l zu nennen. Er wird nach dem PSI mit 0,64 bewertet.

Als zweiter Referenzsee für Typ 11.1 könnte der Dreetzsee (Mecklenburg-Vorpommern, 2004) mit einer Trophie von 2,3 gelten, der Chlorophyll a-Werte um 2,5 µg/l und TP-Werte um 36 µg/l aufweist und mittels des PSI mit 0,86 bewertet wird. Allerdings basiert die Bewertung beider Seen auf relativ wenigen Messungen (4–5 Beprobungen).

Für die Flusseen (Typ 12) gibt es nach wie vor keine Referenzseen und keine Seen, die den trophischen Hintergrundwerten entsprechen. Dies ist nicht verwunderlich, da diese Seen in Fließgewässersystemen eingebunden sind, die heutzutage alle als stark eutrophiert gelten müssen (Mischke & Behrendt 2005; Mischke & Behrendt 2007). Ein durch die LAWA erstelltes Diskussionspapier für die chemischen und physikalischen Referenzbedingungen in Flüssen sieht für die meisten Fließgewässertypen einen Hintergrundwert von < 50 µg/l TP vor. Als Flusseen mit der geringsten Trophie (LAWA-Index um 3,5) und günstigstem ökologischen Zustand nach Phytoplanktonbewertung sind der Neuendorfer See b. Neuendorf und der Schwielowsee in seinem südlichen Becken zu nennen. Die Kenntnisbasis für die Referenztrophy der Flusseen ist also auch weiterhin nicht ausreichend, um als gesichert gelten zu können.

Weitere Studien zur Referenztrophy in Seen deuten darauf hin, dass die in Seenketten vorgeschalteten Seen sowie andere Besonderheiten im Einzugsgebiet einen erheblichen Einfluss auf die see-individuelle anzunehmende Referenztrophy haben können (Hübener et al. 2006).

5.2 Überarbeitung der Biomasse-Kenngröße

Die Biomasse-Kenngröße wurde gegenüber der Vorversion (Nixdorf et al. 2006) stark überarbeitet. Die Überarbeitung erfolgte interaktiv mit den Zwischenergebnissen aus der europäischen Interkalibrierung und erfolgte durch Verfolgung zweier Strategien:

- a) Versuche über Seetyp-spezifische Herleitungen mit unterschiedlichen Basisdatensätzen: möglichst großer Datensatz oder „nur validierter Datensatz“
- b) Versuche über allgemein gültige Herleitungen mittels großer validierter Datensätze ohne Trennung nach Seetyp unter nachträglicher Seetyp-spezifischer Verankerung der sehr gut/gut-Grenze über unterschiedliche Referenzwerte

Letztendlich führte eine Strategie allein nicht zu einem plausiblen Ergebnis, und es wurden fortwährend Anpassungen an die Grenzwerte vorgenommen, bis sie möglichst nah an ein allgemein gültiges Konzept (Variante b; LAWA-Index mit Seetyp-spezifischer neu festgelegter Referenztrophy) angepasst waren, ohne Seetyp-spezifische Ausprägungen in der Steilheit der Reaktion des Phytoplanktons völlig zu vernachlässigen. Letztes bezieht sich zum Beispiel auf Flachseen (Typ 11.2), deren Biomasseausprägung bei gleichem LAWA-Trophy-Istwert höher ist als in anderen Tieflandseen.

Die Grenzwerte wurden für das Gesamtbiovolumen teils erheblich abgesenkt. Außerdem wurde für die Metric-Berechnung als weitere Bewertungsparameter zum einen die Chlorophyll a-Konzentration im Saisonmittel (Chl a-Mittelwert) und zum anderen der Chlorophyll a-Maximalwert (Chl a-Max-Wert) neu definiert und einberechnet. Die Einbeziehung von Chlorophyll a war eine Anforderung aus der Interkalibrierung.

Folgende Aufgaben waren bei der Überarbeitung der Biomasse-Kenngröße zu beachten:

- Anforderungen aus dem Praxistest der Bundesländer an die Biomasse-Kenngröße
Die Biomasse-Kenngröße sollte nicht mehr nur in 5 Stufen, sondern graduell in einem Indexbereich übergangslos bewerten.
- Anforderungen aus der europäischen Interkalibrierung
z.B.: In die Bewertung von Tieflandseen muss der Parameter Chlorophyll a-Konzentration aufgenommen werden und die in GIG's im Juni 2007 vereinbarten Grenzwerte müssen übernommen werden (s. auch Kapitel 5.1).
- Umsetzung des neuen Konzepts für den Biomasse-Metric, welches bei der LAWA-Seen-AK-Sitzung in Bad Saarow April 2007 und beim Spezialisten-Workshop April 2007 vorgestellt wurde: Die Bewertung von Chl a-Mittelwert und Chl a-Max-Wert wird neben den Gesamtbiovolumen-Bewertung (GesBiovol) gestellt und durch Mittelwertbildung einbezogen
- Programmierung in einem Excel-Formular sowie in **PhytoSee**

Das Ergebnis der Ableitungen, d.h. die Seetyp-spezifischen Grenzwerte und die Bewertungsfunktionen findet sich in Kapitel 3. Hier werden nur die wesentlichen Änderungen im Verfahren hervorgehoben. Es wurden alle bisherigen Grenzwerte geprüft, überarbeitet und verändert. Es wurden neue Grenzwerte für die Parameter

- Saisonmittelwert des Gesamtbiovolumens
- Saisonmittelwert der Chlorophyll a-Konzentration
- Maximalwert der Chlorophyll a-Konzentration

generell aus für alle Seetypen abgeleiteten Regressionsfunktionen zum LAWA-(Trophie)-Index unter Beachtung der Seetyp-spezifischen Referenztrophy abgeleitet. Es wurden hierfür nur die validierten deutschen Datensätze sowie europäische Alpen- und Voralpenseen einbezogen. Die Abhängigkeiten der Größen zueinander sind in Abbildung 4, Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt. Die Verhältnisse innerhalb einzelner Gewässertypen insbesondere des Gesamtbiovolumens für die Tieflandseen weichen von den allgemein abgeleiteten Verhältnissen leicht nach oben hin ab, wie unten weiter ausgeführt.

Entlang dieser Grenzwerte wurden Seetyp-spezifische Bewertungsfunktionen rein mathematisch abgeleitet, die den entsprechenden Trophiewert in einen referenzbezogenen Bewertungswert umwandeln. Zur Herleitung wurde der validierte Datensatz benutzt, der auch zur Optimierung des PTSI herangezogen wurde (5.4.1).

Eine einheitliche Ableitung der Verhältnisse LAWA-Index zu Gesamtbiovolumen und Chlorophyll a-Konzentration für alle Seetypen wurde im ersten Verfahrensentwurf nicht verfolgt, da die Seetyp-spezifischen Regressionen große Abweichungen zeigten. Dies war möglicherweise überwiegend auf die methodisch und qualitätsmäßig noch nicht validierten Datensätze sowie auf die Dominanzverhältnisse der vorherrschenden Algenklassen zurückzuführen, die beide Parameter stark beeinflussen.

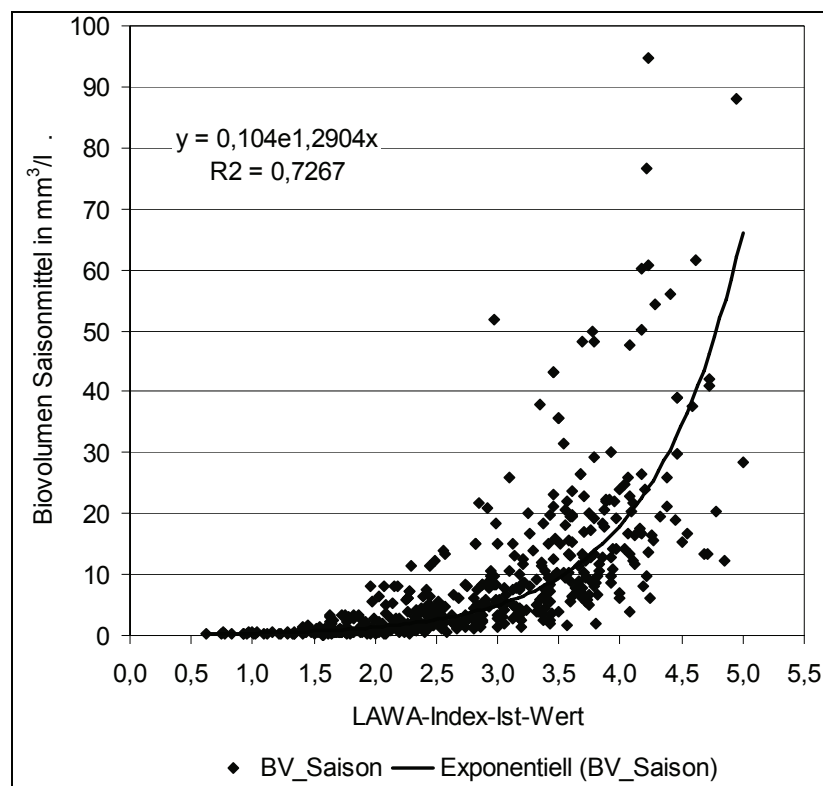


Abbildung 4: Verhältnis des Saisonmittelwertes des Gesamtbiovolumens des Phytoplanktons zum LAWA-Index-Ist-Wert im validierten Datensatz (N = 499) und seine Regressionskurve.

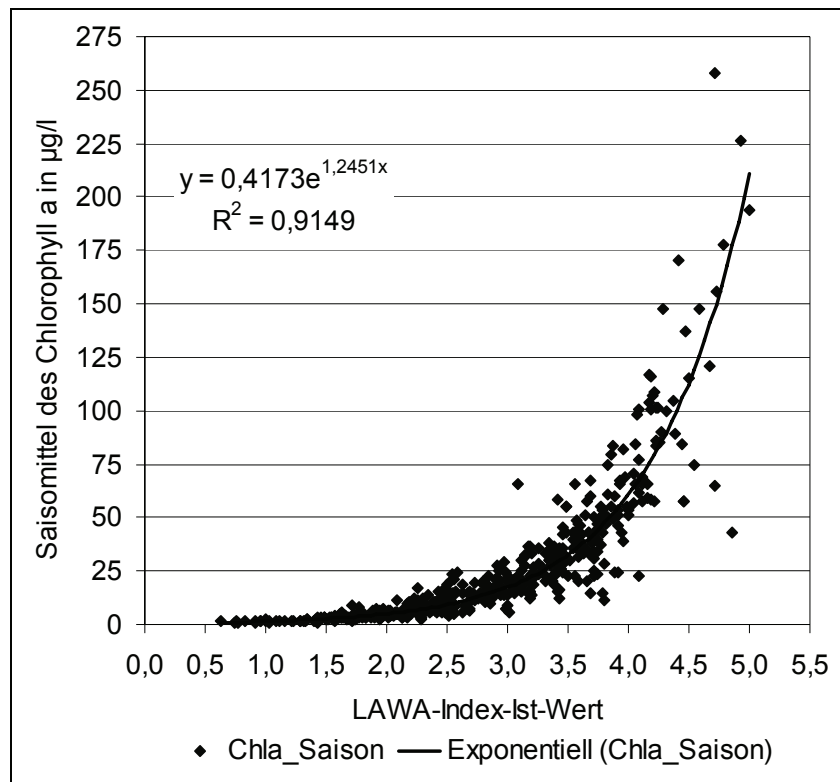


Abbildung 5: Verhältnis des Saisonmittelwertes der Chlorophyll a-Konzentration zum LAWA-Index-Ist-Wert im validierten Datensatz (N = 499) und seine Regressionskurve.

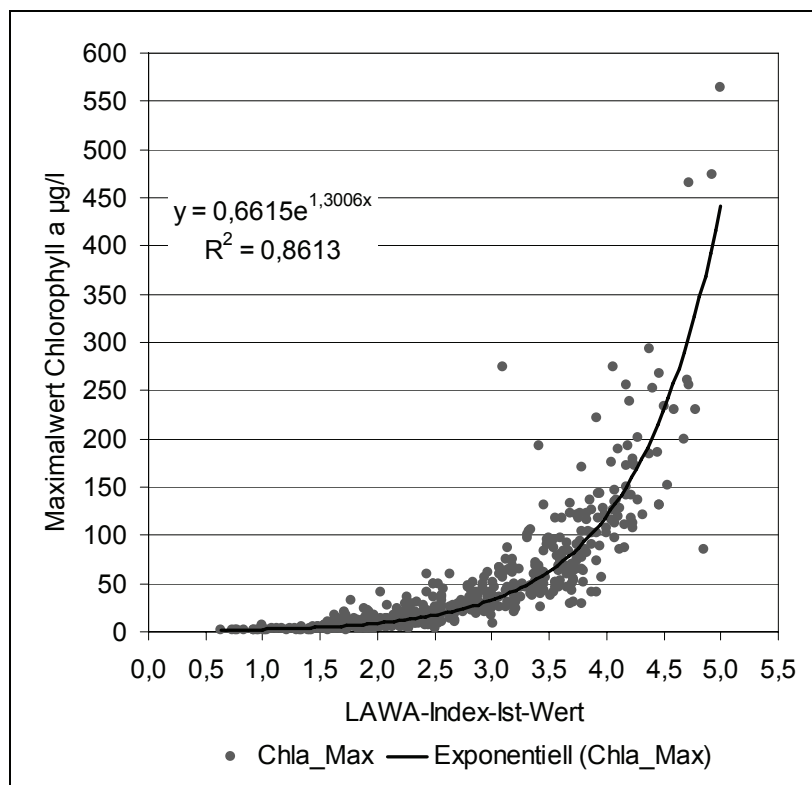


Abbildung 6: Verhältnis des Maximalwertes des Chlorophyll a's zum LAWA-Index-Ist-Wert im validierten Datensatz (N = 499) und seine Regressionskurve.

Daraus resultiert, dass man in Tieflandseen leicht höhere Gesamtbiovolumen-Ausprägungen sowie leicht höhere Chlorophyll a-Ausprägungen bei gleicher Trophie unter Einbeziehung aller Tieflanddaten erhält, als wenn man nur die streng geprüften, validierten Daten einbezieht, die dann nur noch ein 1/3 aller Tieflanddatensätze beinhalten.

Die erste Vergleichsrunde der bisherigen deutschen Grenzwerte nach Option 2 ergab, dass sie für die Alpen- und Voralpenseen geringfügig zu milde und für die Tieflandsee viel zu milde im europäischen Vergleich waren. Ähnlich fiel die Kritik beim Workshop „Bewertung von Seen mit Phytoplankton“ (s. Kapitel 10) und durch die Stellungnahmen der Bundesländer aus.

Nach Anpassung der Grenzwerte im Rahmen der Interkalibrierung sowie in Anlehnung an die einheitlich abgeleiteten Verhältnisse der Bewertungsparameter zum LAWA-Index und nach Einbeziehung der Chlorophyll a-Werte konnte die Korrelation zur Belastungsgröße entscheidend verbessert werden.

Alle Klassengrenzen sind den bisherigen Entwürfen tabellarisch gegenüber gestellt (s. Tabelle 5-4; Tabelle 5-5; Tabelle 5-6). Den Bundeslandvertretern wurde ein einfacher Berechnungsautomat in Excel zum Test dieser Veränderung und eine tabellarische Zusammenfassung zur Verfügung gestellt (Metric1_Biomasse_fin.xls).

5.2.1 Alpen und Voralpenseen

Für die Auswertungen der Alpen- und Voralpenseen im deutschen Bewertungssystem wurden Korrelationsbetrachtungen aller Einzelparameter (Chl a-Mittelwert, Chl a-Max-Wert und GesBiovol) zum LAWA-Index unter Einbeziehung des europäischen Alp-Datensatzes und der Tieflandseen angestellt. Aus den Regressionskurven und dem neu festgelegten, Seetyp-spezifischen Referenzwert des LAWA-(Trophie)-Indexes wurden die neuen Grenzwerte für die Klassengrenzen hergeleitet.

Es wurden die Grenzwerte für die Parameter Chlorophyll a und Gesamtbiovolumen (Tabelle 5-4) für die deutschen Seetypen 2 und 3 entsprechend Interkalibrierungstyp AL 4 und für die des deutschen Seetyps 4 entsprechend AL 3 in dem europäischen Interkalibrierungsprozess im Alpin GIG abschließend von Deutschland eingebracht. Sie liegen im oder leicht unterhalb der im Alpin GIG festgelegten Grenzwertebereichs der decision tables zum Milestone report 6 June 2007.

Für das deutsche Verfahren kam es zu einer Verschärfung der Grenzwerte gegenüber dem Verfahrensstand von März 2006 (s. Tabelle 5-4; Nixdorf et al. 2006; Internetversion), und damit zu einer besseren Annäherung an den Erwartungswert, der sich aus der LAWA-Trophie und dem Referenzwert ergibt und einer besseren Korrelation (s. Abbildung 7).

Tabelle 5-4: Neue (oben) und bisherige Obergrenzen (unten) für Gesamtbiovolumen (BV), Maximalwert Chlorophyll a (Max Chl) und für Saisonmittel Chlorophyll a (Chl a) für die 5 Zustandsklassen von sehr gut nach schlecht getrennt für die Seetypen 1, 2 und 3 gegenüber Typ 4.

See-Typ	1 + 2 + 3			4		
NEU	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a
sehr gut	1,0	6,4	3,7	0,5	3,4	2,0
gut	1,9	12,3	6,9	1,0	6,4	3,7
mäßig	3,6	23,7	12,8	1,9	12,3	6,9
unbefried.	6,9	45,3	23,9	3,6	23,6	12,8
schlecht	> 6,9		> 23,9	> 3,6		> 12,8

See-Typ	1 + 2 + 3			4		
ALT	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a
sehr gut	1,1		4,7	0,5		2,5
gut	2,2		8,6	1,2		4,7
mäßig	4,6		15,7	3,0		8,6
unbefried.	9,5		28,7	7,4		15,7
schlecht	> 9,5		> 28,7	> 7,4		> 15,7

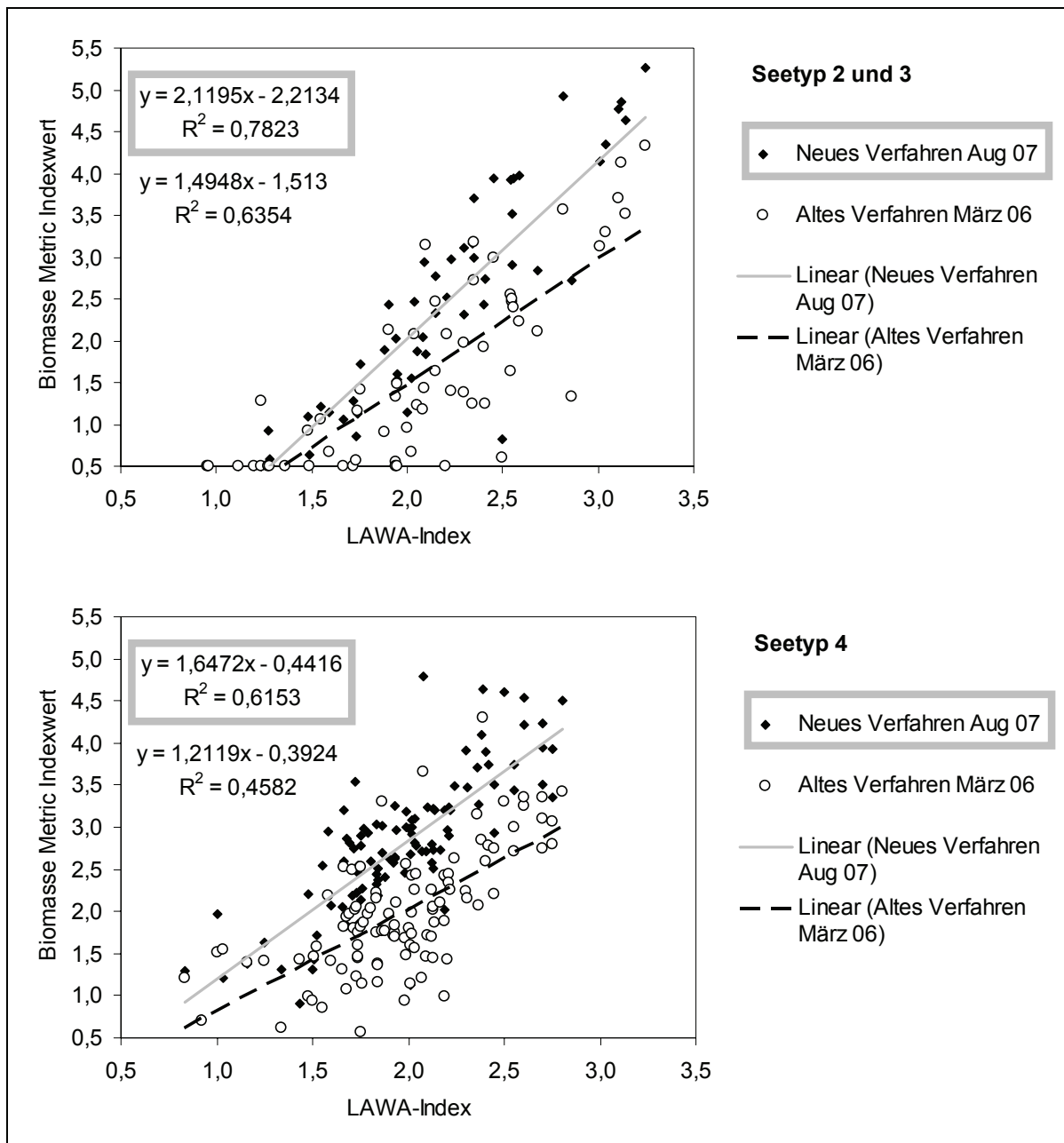


Abbildung 7: Veränderung des Indexwertes des Biomasse-Metrics nach dem neuen Verfahren und dem Verfahrensstand von März 2006 für deutsche Seen des Seetyps 2 und 3 (oben) und des Typs 4 (unten).

5.2.2 Seen des Tieflandes

Für die Auswertungen der Tieflandseen im deutschen Bewertungssystem wurden Korrelationsbetrachtungen aller Einzelparameter (Chl a-Mittelwert, Chl a-Max-Wert und GesBiovol) zum LAWA-Index angestellt. Aus den Regressionskurven und dem neu festgelegten, Seetyp-spezifischen Referenzwert des LAWA-(Trophie)-Indexes wurden die neuen Grenzwerte für die Klassengrenzen hergeleitet. Dies musste unter den Vorgaben erfolgen, die sich aus dem Interkalibrierungsprozess für Seen Typs 10, 13 und Typ 11.2 ergaben. Die deutschen Grenzwerte für das Gesamtbiovolume wurden nicht interkalibriert, aber im Verhältnis zu den veränderten Chlorophyll a-Referenzwerten angepasst.

Tabelle 5-5: Neue (oben) und bisherige Obergrenzen (unten) für Gesamtbiovolume (BV), Maximalwert Chlorophyll a (Max Chl) und für Saisonmittel Chlorophyll a (Chl a) für die 5 Zustandsklassen von sehr gut nach schlecht getrennt für die Seetypen 13 und 10.

See-Typ	13			10		
NEU	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a
sehr gut	0,7	9,0	4,8	1,4	15,0	6,9
gut	1,7	16,0	8,6	3,30	25,0	12,0
mäßig	3,8	28,0	15,3	7,7	42,0	21,0
unbefried.	8,0	50,0	27,3	18,1	70,0	36,5
schlecht	> 8		>27,3	>18,1		>36,5

See-Typ	13			10		
ALT	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a
sehr gut	0,7		4,9	1,5		8,1
gut	1,7		8,8	4,7		18,0
mäßig	3,8		15,5	8,0		26,8
unbefried.	8,0		26,1	11,2		34,6
schlecht	> 8		>26,1	>11,2		>34,6

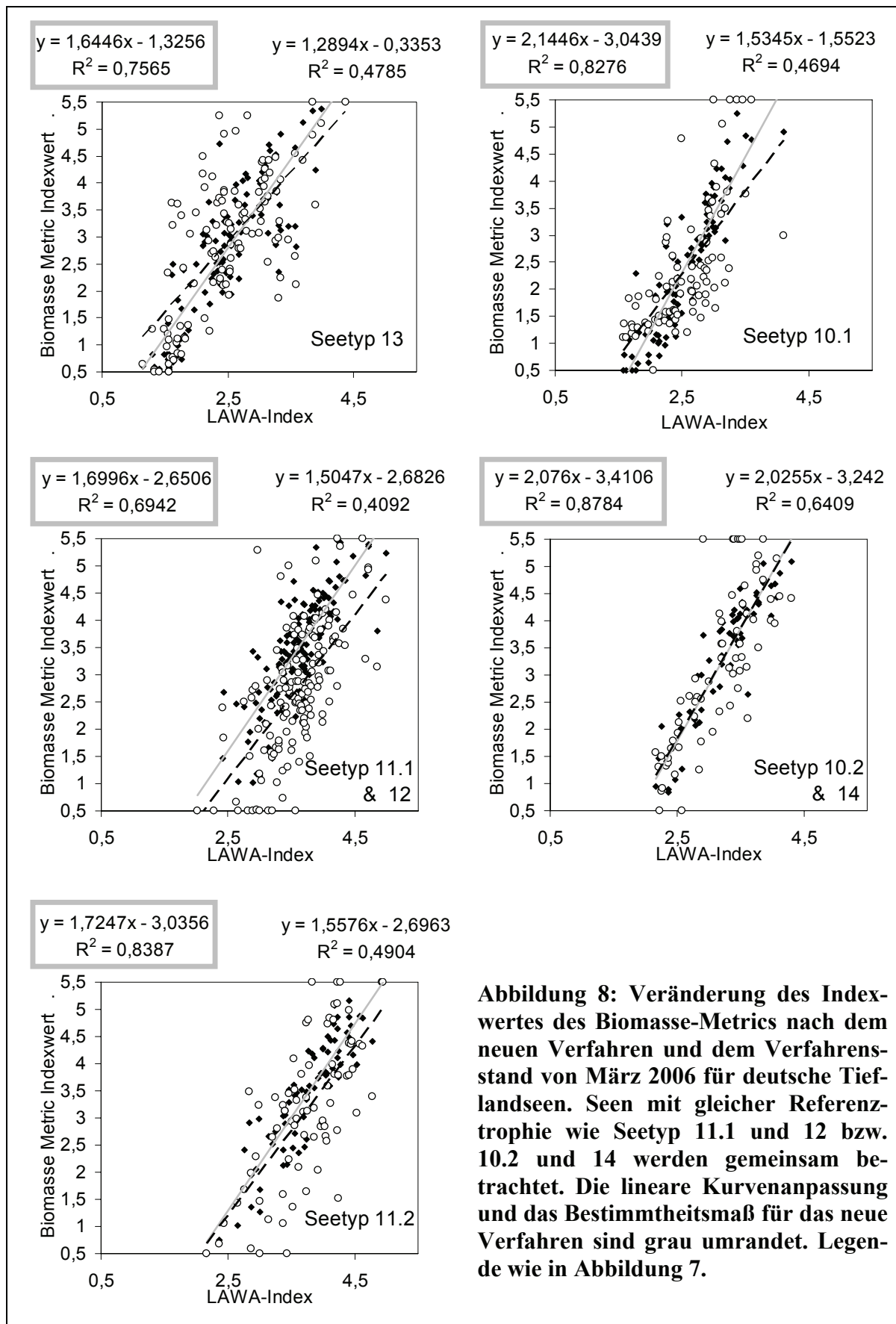
Tabelle 5-6: Neue (oben) und bisherige Obergrenzen (unten) für Gesamtbiovolumen (BV), Maximalwert Chlorophyll a (Max Chl) und für Saisonmittel Chlorophyll a (Chl a) für die 5 Zustandsklassen von sehr gut nach schlecht getrennt für die Seetypen 11, 12 und 14.

See-Typ	11.1 + 12			11.2			14		
NEU	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a	BV	Max Chl	Chl a
sehr gut	3,0	17,1	9,7	4,3	22,0	11,9	2,1	12,3	7,2
gut	6,0	32,7	17,8	9,0	41,0	24,8	4,36	23,6	13,2
mäßig	12,2	62,7	32,9	18,5	78,0	51,2	9,1	45,3	24,3
unbefried.	25,1	120,2	61,0	39,0	145,0	106,5	19,0	86,8	44,8
schlecht	>25,1		>61,0	>39,0		>106,5	>19,0		>44,8

See-Typ	11.1 + 12			11.2			14		
ALT	BV		Chl a	BV		Chl a	BV		Chl a
sehr gut	4,0		16,0	6,0		21,3	2,0		10,0
gut	7,8		25,6	11,2		33,0	4,00		16,0
mäßig	15,3		41,0	21,8		52,6	8,1		26,3
unbefried.	30,0		66,0	40,0		80,4	16,5		43,3
schlecht	>30,0		>66,0	>40,0		>80,4	>16,5		>43,3

Die neuen Grenzwerte für Chlorophyll a (s. Tabelle 5-5; Tabelle 5-6) wurden in dem europäischen Interkalibrierungsprozess im Central Baltic (CB) GIG abschließend von Deutschland eingebracht. Sie liegen im oder an der Obergrenze der im CB GIG festgelegten Grenzwertebereichs der decision tables zum Milestone report 6 June 2007.

Die stärksten Verschärfungen waren für die Seetypen 10 und 11.2 nötig. Die Einbeziehung der Chlorophyll-Werte in die Biomasse-Bewertung führte erwartungsgemäß zu einer engeren Korrelation zum LAWA-Index-Ist-Wert (Autokorrelation; Abbildung 8).



5.3 Überarbeitung der Algenklassenkenngößen

Die Algenklassenkenngößen sind bisher nur für ausgewählte Bewertungszeiträume und einige Degradationszustände definiert (Nixdorf et al. 2005b). Außerdem ist die Prognosegenauigkeit von Belastungszuständen durch die gewählten Klassengrenzen bisher nur gering und liegt zwischen 40 und 70%.

Der Fortbestand von Algenklassenkenngößen als integraler Bestand des multimetrischen Phyto-See-Index (PSI) ist jedoch durch folgende Argumente begründbar:

- 1) Im europäischen Interkalibrierungs-Prozess werden und wurden Algenklassen-Metrics definiert.
- 2) Die Algenklassen sind relativ leicht bestimmbar, und sind deshalb auch dann noch verwendbar, wenn der PTSI aus einem Bestimmungsproblem heraus ausfällt.
- 3) Algenklassen-Kenngößen entsprechen den allgemeinen wasserwirtschaftlichen und öffentlichen Vorstellungen wie „eine Zunahme von Blaualgen ist in Gewässern schlecht“.

Die Anforderungen aus dem Praxistest der Bundesländer an den Algenklassen-Metric waren:

- alle Degradationsstufen sollten mit jedem Einzelmetric beschreibbar sein
- stufenlose, d.h. kontinuierliche Bewertung und nicht wie bisher in 5 Stufen
- Überprüfung einiger Einzelmetrics hinsichtlich Erreichbarkeit und mit dem neuen Praxisdatensatz
- Bestimmen der Fehlbewertungsrate

Für die Auswertungen wurde eine Datenbasis gewählt, die den neuen Alpen-Datensatz sowie die neuen Tieflanddatensätze vom Jahr 2006 von BRB und S-H bereits beinhalteten. Die Auswertungsstrategie zielte auf eine Vorbewertung aller Datensätze entlang des neuen Biomasse-Metric als Belastungsgröße ab. Danach wurde die Fehlbewertungsrate bestimmt, die sich aus den bisherigen Klassengrenzen für die Algenklassen-Einzelkenngößen ergab. Es wurde bestimmt, in wie vielen Fällen die Bewertung nach dem Algenklassen-Metric zum gleichen Ergebnis wie das des Biomasse-Metrics führt, wobei die Zustandklassen „sehr gut“ und „gut“ gegenüber den Zustandklassen „mäßig“ bis „schlecht“ zu zwei Gruppen entlang der gut-mäßig-Grenze (G/M) gruppiert wurden.

Es erfolgten sowohl auf Basis der Fehlbewertungsrate Neuanschläge für die Klassengrenzen G/M als auch anhand der Grafiken zur Werteverteilung des Indikators entlang der Belastungsstufen die Erweiterung auf bisher nicht definierte Degradationszustände.

Diese Neuanschläge für die Klassengrenzen der Algenklassen-Einzelmetrics wurden entlang des LAWA-Trophie-Index (Beispiel in Abbildung 9) und im Vergleich zu anderen Metrics analysiert.

Es konnte eine starke Verfahrensvereinfachung durch Beschränkung auf die alternativen Bewertungszeiträume Saisonmittel oder Zeitraum Juli–Oktober erreicht werden. Zudem wurden einige Einzelmetrics für einige Seetypen gestrichen, da sie entweder keine oder eine zu geringe Korrelation zum Biomasse-Metric und/oder zum LAWA-Trophie-Index aufwiesen.

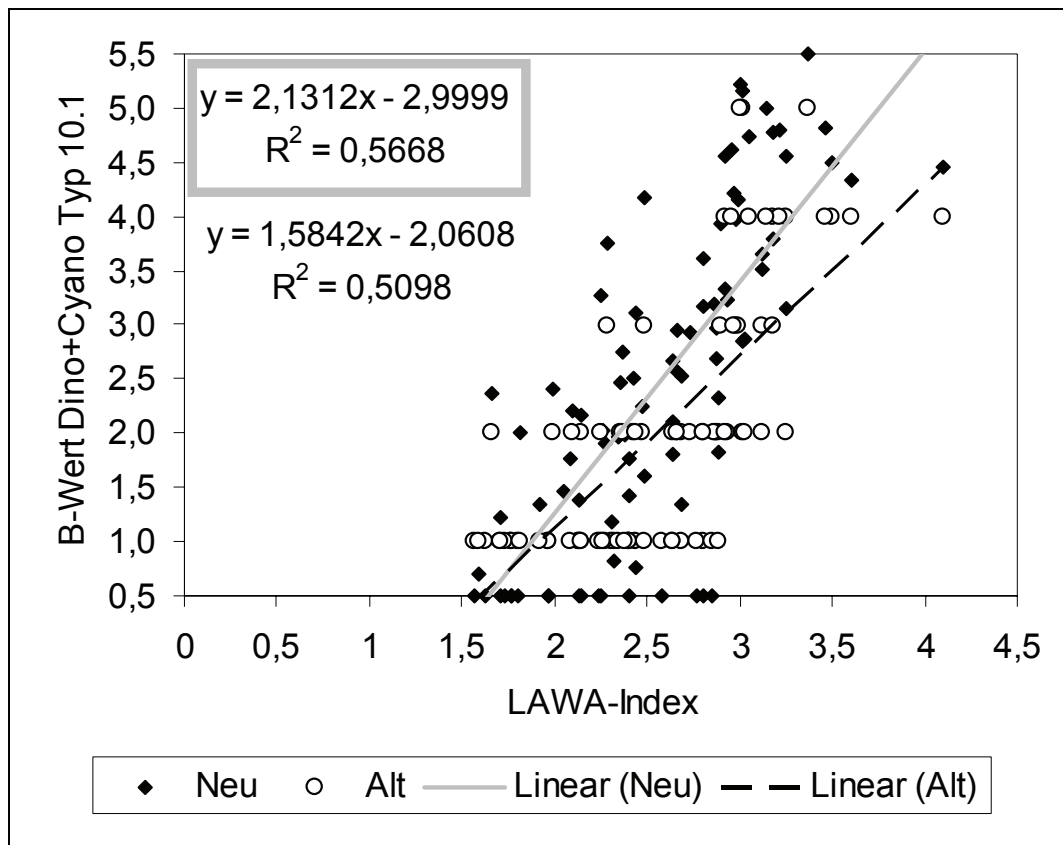


Abbildung 9: Veränderungen des Bewertungsergebnisses aus der Einzelkenngröße Dinophyceae+Cyanobacteria nach dem alten, noch 5-stufigen und dem neuen Verfahren mit neuen Grenzwerten.

Abschließend erfolgte eine Transformation aller empirisch abgeleiteten Zustandklassen-Grenzwerte in eine Bewertungsfunktion, mit Ausnahme des Cyano-Einzelmetrics bei See-Typ 4 und 2+3 sowie des Chlorophyteen-Einzelmetric bei Typ 12 und 14. Die Ausnahme gründet sich auf der sprunghaften Verteilung der Parameter-Daten entlang des Biomasse-Index-Wertes, die sich nur bei der „schlechten“ Zustandsklasse deutlich von den anderen Zustandsklassen abhebt. Alle weiteren Einzelmetrics konnten für alle Degradationsstufen definiert werden.

Das Ergebnis der Ableitung findet sich in der neuen Verfahrensbeschreibung in Kapitel 3. Hier werden nur die wesentlichen Änderungen im Verfahren hervorgehoben. Generell wurden alle Grenzwerte überarbeitet und verändert. Der Einzelmetric „Diatomeen“ wurde für alle Seetypen ersatzlos gestrichen.

Im Detail:

Geschichtete Tieflandseen

Die Bewertungsgrenzen der Algenklassen für Seen des **Typs 10 und Typs 13** konnten vereinheitlicht und alle 3 bisherigen Einzelkenngrößen bestätigt werden. Durch die strengeren Grenzwerte des Biomasse-Metrics für Typ 10 wurden die Grenzen der Zustandsklassen des Gesamtbiovolumen denen des Typs 13 stark angenähert. Damit wurden auch die neu abgeleiteten Grenzwerte für die Einzelkenngröße „BV Dinophyceae + Cyanophyceae“ ähnlicher. Zudem wurden mit den Neudaten Befunde von sehr guten Zuständen des Typ 10 und Befunde

von stark degradierten Typ 13 erfasst, sodass sich auch die Steilheit der Zunahme des Parameters (Biovolumen Dino+Cyano) mit zunehmender Belastung in beiden Seetypen angleichen. Ähnliches ergab sich bei der Überprüfung der Einzelkenngrößen „Proz Chrysophyceae“ und „BV Chlorophyceae“. Aufgrund dieser neuen Ergebnisse wurden zur Verfahrensvereinfachung und Gründen der Übersichtlichkeit alle Grenzwerte für die Algenklassenbewertung des Typs 10 und 13 gemeinsam und nicht mehr wie zuvor Seetyp-spezifisch definiert.

Zusammenfassend werden folgende Veränderung innerhalb der Algenklassen zur Bewertung genutzt:

In geschichteten Tieflandseen (Typ 10 und 13) steigt mit zunehmender Belastung das Klassenbiovolumen der Chlorophyceae, Dinophyceae und der Cyanobakterien an und der Prozentanteil der Chrysophyceae nimmt ab.

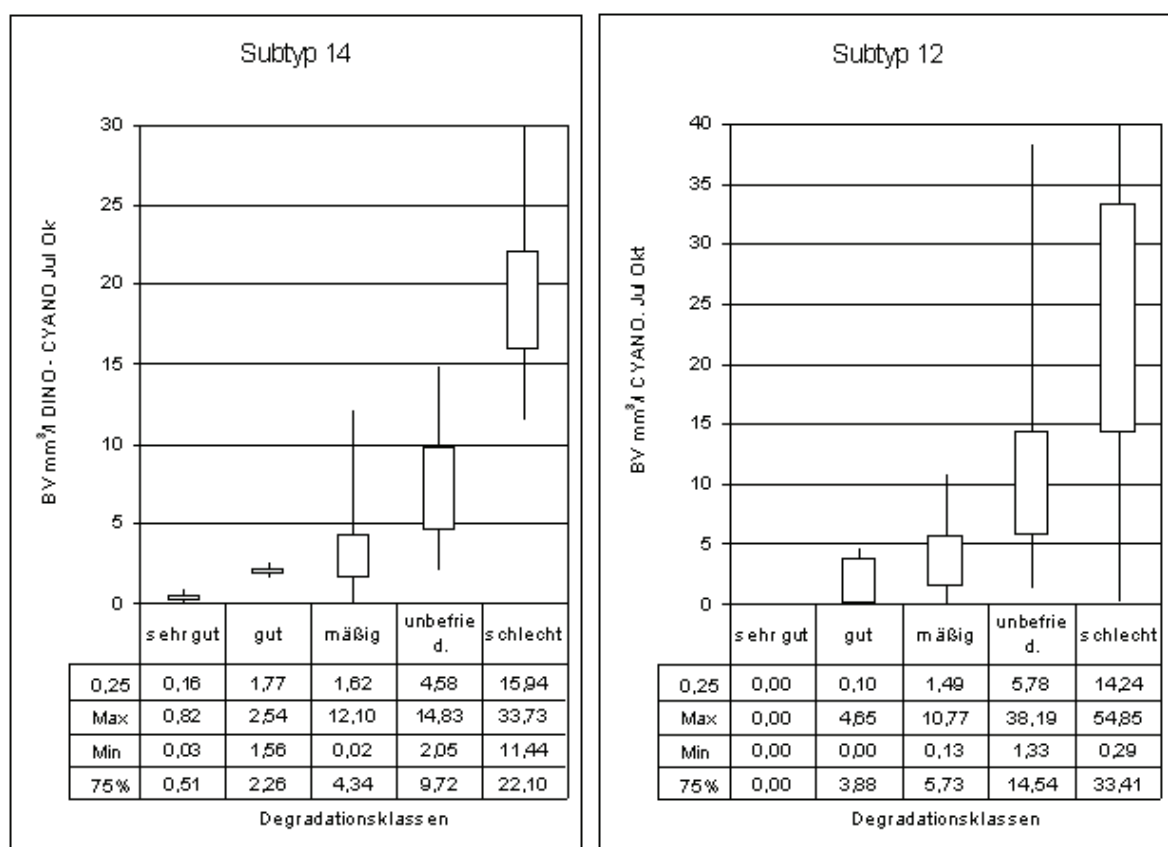


Abbildung 10: Beispiel für eine der vielen Kenngrößen-Überprüfungen für Algenklassen (110 Kombinationen und Grafiken). Hier die Darstellung der Kenngröße „Biovolumen der Dinophyceae + Cyanobacteria“ im Zeitraum Juli–Oktober für Seetyp 14 und für die Kenngröße „Biovolumen der Cyanobacteria“ im Seetyp 12 mit ansteigender Degradation ermittelt über den Biomasse-Metric.

Polymiktische Tieflandseen

Die Bewertungsgrenzen für Seen des **Typs 14, 12 und 11.1** und für Flachseen des **Typs 11.2** müssen weiterhin getrennt definiert werden und nur für Typ 11.2 konnten alle 3 bisherigen Einzelkenngrößen (Dino-, Chloro-, Cyano-Metric) bestätigt werden. Für den Chlorophyceen-

Metric ließ sich für Typ 14 und 12 keine graduelle Reaktion auf eine zunehmende Belastung beschreiben, sondern vielmehr eine sprunghafte Veränderung in der schlechten Zustandsklasse. Dieses bereits beim ersten Verfahrensentwurf dokumentierte Verhalten der Messwerte entlang einer Belastungsskala mündet nun in die Bewertungsregel für Typ 14 und 12: wenn das Chlorophyceae-Biovolume größer als $> 1 \text{ mm}^3/\text{l}$ ist, dann wird die Zustandsklasse 5 („schlecht“) indiziert, ansonsten findet keinerlei Bewertung der anderen Zustände statt. Der Algenklassenmetric für Typ 11.1 basiert nun nur noch auf dem Parameter Cyanobacteria-Biovolume (Juli–Oktober) und unterliegt der größten Streuung im Vergleich aller Seetypen. Die Testung vieler weiterer Algenklassen-Messwerte für Typ 11.1 ergab keine nennenswerte Korrelation zur Belastungsgröße Trophie oder Metric „Biomasse“. Für den Typ 14 konnte auch eine alternative Zunahme des Biovolumens der Dinophyceen mit steigender Belastung beobachtet werden, sodass hier der zusummierende Metric „Dino+Cyano“ wie in den geschichteten Tieflandseen definiert wurde.

Zusammenfassend werden folgende Veränderung innerhalb der Algenklassen zur Bewertung genutzt:

In polymiktischen Seen (Typ 14, 11 und 12) steigt mit zunehmender Belastung das Klassenbiovolume der Cyanobacteria und in Typ 14 auch das der Dinophyceae, in Typ 11.2 das der Chlorophyceae an und der Prozentanteil der Dinophyceae nimmt ab. Zusätzlich zeichnet sich der schlechte Zustand in Typ 12 und 14 durch eine sprunghafte Zunahme an Chlorophyceen aus.

Seen der Alpen und Voralpen

Die Bewertungsgrenzen für Seen des **Typs 1, 2 und 3** wurden zusammengefasst, doch für die **Alpenseen Typ 4** müssen sie weiterhin getrennt definiert werden. Es konnten 3 der bisherigen Einzelkenngrößen (Dino-, Chloro+Cryp-, Cyano-Metric) bestätigt werden. Für den Cyano-Metric ließ sich keine graduelle Reaktion auf eine zunehmende Belastung beschreiben, sondern vielmehr eine sprunghafte Veränderung in der schlechten Zustandsklasse. Dieses bereits beim ersten Verfahrensentwurf dokumentierte Verhalten mündet in die Bewertungsregel: wenn das Cyanobakterien-Biovolume größer als $1 \text{ mm}^3/\text{l}$ (Seetyp 4) bzw. größer als $3 \text{ mm}^3/\text{l}$ ist, dann ist die Zustandsklasse gleich 5, ansonsten findet keinerlei Bewertung der anderen Zustände statt.

Zusammenfassend werden folgende Veränderungen innerhalb der Algenklassen zur Bewertung genutzt:

In Seen der Alpen und Voralpen steigt mit zunehmender Belastung das Klassenbiovolume der Chlorophyceae+Cryptophyceae an und der Prozentanteil der Dinophyceae nimmt in den Alpenseen ab. Zusätzlich zeichnet sich der schlechte Zustand durch eine sprunghafte Zunahme an Cyanobacteria aus.

5.4 Überarbeitung des Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI)

5.4.1 Ausgangssituation und Vorgehensweise

Der Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (kurz PTSI) arbeitet auf Basis von Indikatortaxa – meist auf Artniveau – und dient entsprechend seiner Herleitung in erster Linie der trophischen Indikation. Die Berechnung kann auf Basis eines Probenbefundes (Taxon, ID, Biovolumen) oder einer Jahresartenliste mit mittleren Biomassen der Taxa erfolgen. Das Index-Ergebnis gibt den trophischen Status zwischen oligotroph und hypertroph gemäß Tabelle 5-7 wieder. Der Index ist in seiner mathematischen Dimension und der Bedeutung hinsichtlich der Indikation des trophischen Status direkt mit dem LAWA-Index für Seen (Ist-Zustands-Bewertung nach LAWA 1999) vergleichbar.

Die Trophieankerwerte der Indikatortaxa (in Tabelle 3-17) sind als Verrechnungsgrößen der PTSI-Berechnung zu verstehen. Sie wurden angelehnt an ihre gemittelten trophischen Schwerpunkte im trophischen Gradienten des LAWA-Index von 0,5 bis 5,0 in einen erweiterten Wertebereich von 0,5 bis 6,1 transformiert bzw. verankert (genaue Vorgehensweise s. Nixdorf et al. 2005b). Diese Werte-Verankerung wurde in zahlreichen Validierungsläufen getestet und immer wieder optimiert, bis das PTSI-Ergebnis eine gute Übereinstimmung mit den Orientierungsgrößen LAWA-Index, Gesamtphosphorkonzentration und Expertenmeinung aufwies.

Der Wertebereich des Index bewegt sich bisher in der Stichprobe der deutschen Seen (Auswahl: validierter Datensatz) zwischen 0,9 und 4,9.

Tabelle 5-7: Ermittlung des trophischen Status des Sees anhand des PTSI. Wertebereiche und trophischer Status entsprechen der LAWA-Trophieklassifizierung in LAWA (1999).

PTSI (oder LAWA-Index)	Trophieklasse	Abkürzung
0,5–1,5	oligotroph	o
> 1,5–2,0	mesotroph 1*	m1
> 2,0–2,5	mesotroph 2*	m2
> 2,5–3,0	eutroph 1	e1
> 3,0–3,5	eutroph 2	e2
> 3,5–4,0	polytroph 1	p1
> 4,0–4,5	polytroph 2	p2
> 4,5	hypertroph	h

* Die Aufsplittung des mesotrophen Zustands in zwei Klassen stellt eine Änderung zu LAWA (1999) dar, kann jedoch ökologisch begründet werden.

Erst in einem zweiten Schritt findet die ökologische Bewertung statt. Hierzu wird der PTSI mit dem Seetyp-spezifischen Trophie-Referenzwert (Details s. Kapitel 5.1) verglichen. Die numerische Abweichung von der Referenzsituation wird in eine Bewertungszahl zwischen 0,5 und 5,5 transformiert, welche als ökologischer Zustand oder als „ecological quality“ (Abkürzung EQ) verstanden werden kann. Diese Bewertungszahl – EQ PTSI – liegt bereits in der

fünfstufigen Bewertungsskala der EG-WRRL (s. Tabelle 5-8). Die daraus abzuleitenden EQRs (= ecological quality ratio) stellen die standardisierten Größen für den europäischen Vergleich der Bewertungsergebnisse dar.

Tabelle 5-8: EQ PTSI und seine Bedeutung nach den Begriffen der EG-WRRL.

EQ PTSI (= ecological quality)	Zustandsklasse (= ecological quality class)	normierter EQR (= ecological quality ratio, normalised)
0,5–1,5	1 = sehr gut (H = high)	0,8–1,0
1,5–2,5	2 = gut (G = good)	0,6–0,8
2,5–3,5	3 = mäßig (M = moderate)	0,4–0,6
3,5–4,5	4 = unbefriedigend (P = poor)	0,2–0,4
4,5–5,5	5 = schlecht (B = bad)	0,0–0,2

Für die Bewertung der deutschen Seetypen stehen derzeit 3 verschiedene Indikatorlisten bereit (Tabelle 5-9). Für die natürlichen Mittelgebirgsseen existiert noch keine eigene Liste. In einem weiteren LAWA-Projekt (Laufzeit voraussichtlich 2006 bis 2008) wird versucht, diese gemeinsam mit den zahlreichen Mittelgebirgstalsperren zu bearbeiten und zu bewerten.

Tabelle 5-9: Seetypen nach Mathes et al. (2002) und die für den PTSI gültige Indikatorliste.

Seetyp nach LAWA	gültige Indikatorliste	verwendete Abkürzung
1, 2, 3 und 4	Liste für Alpen- und Voralpenseen	AVA
10 und 13	Liste für geschichtete Seen des norddeutschen Tieflands	TLgesch
11, 12 und 14	Liste für polymiktische Seen der norddeutschen Tieflands	TLpoly

Nach Anwendung des Verfahrens mit Stand 2005 auf alle verfügbaren Seendaten aus Deutschland lagen aus verschiedenen Bundesländern Anregungen und Verbesserungsschläge vor, welche im Praxistest als Ausgangspunkt für Modifikationen zur Verfügung standen. Ebenso kamen in dem im April 2007 veranstalteten Workshop zum Bewertungsverfahren diverse Ideen und Kritikpunkte zur Sprache, welche ebenfalls bei der Überarbeitung berücksichtigt werden sollten.

Die Kernpunkte der Kritik an der PTSI-Bewertung waren die Folgenden:

- teilweise zu strenge Bewertung der mehr oligotrophen Alpen- und Voralpenseen
- in manchen Fällen zu positive Bewertung der eutropheren Alpen- und Voralpenseen
- zu strenge Bewertung von Referenzseen des europäischen Alpenraumes (Arbeiten im Rahmen der GIG – geografischen Interkalibrations-Gruppen – Gruppen, s. Abbildung 11)

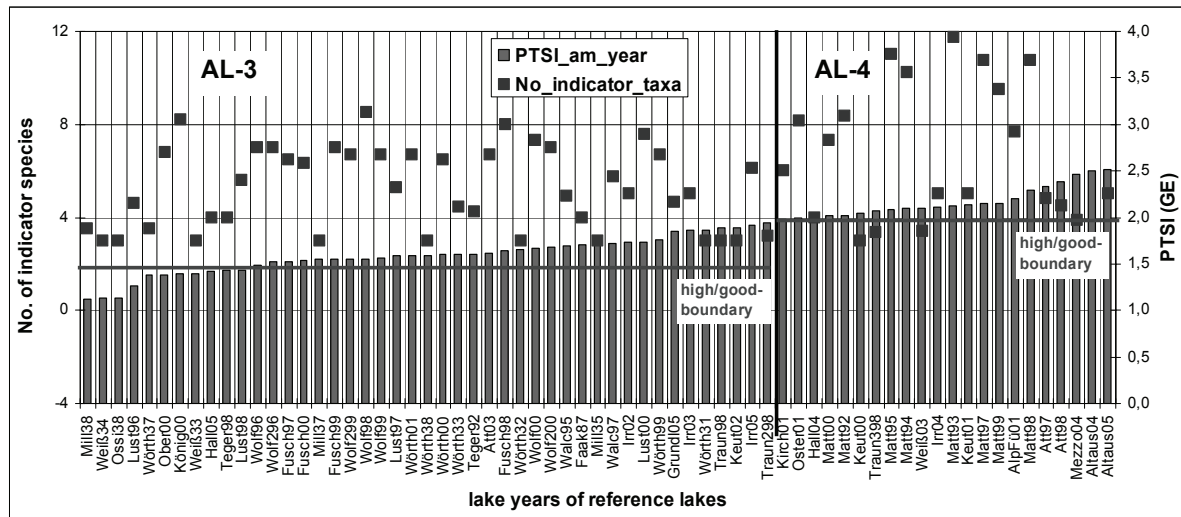


Abbildung 11: Bewertung von Referenzseen im europäischen Alpenraum mit dem PTSI (am = annual mean) und Vergleich mit der H/G-Grenze gemäß Nixdorf et al. (2006).

- Viele der stärker degradierten, insbesondere der polymiktischen Seen des norddeutschen Tieflandes wurden zu gut bewertet.
- Manche Indikatortaxa waren eventuell falsch eingestuft oder besitzen eine zu weite ökologische Toleranz, um eine gute Indikation mit zu tragen.
- Einige Taxa, welche in Tieflandseen zeitweise hohe Biovolumina erreichen, waren nicht in den entsprechenden Indikatorlisten enthalten. In geschichteten Seen des Tieflandes sind dies z.B. *Asterionella formosa*, *Limnithrix planctonica*, *Anabaena viguieri*, *Rhodomonas lacustris* oder *Ceratium hirundinella*.
- Die Indikatorlisten forderten in einigen Fällen von den taxonomischen Bearbeitern eine kaum leistbare Bestimmungstiefe.
- Manche Indikatortaxa sind im Lichtmikroskop nicht zweifelsfrei von anderen Taxa zu unterscheiden.

Darüber hinaus wurden mit eigenen Analysen wie z.B. Korrelationsbetrachtungen (Abbildung 13) entlang der Eichgrößen LAWA-Index oder Gesamtphosphor ermittelt, an welchen Stellschrauben für die Überarbeitung gedreht werden muss. Dabei wurde deutlich, dass ein Teil der gefundenen Widersprüche auf dem PTSI selbst und den Listen beruht. Ein weiterer und im Tiefland bedeutender Teil der Unplausibilität kann auf die in der Verfahrensversion 2006 festgelegten Referenztrophy-Werte zurück geführt werden.

Diese waren in vielen Fällen zu weit im eutrophen Bereich, so dass der Vergleich des PTSI mit der Referenztrophy oft zu gut für die Seen ausfiel.

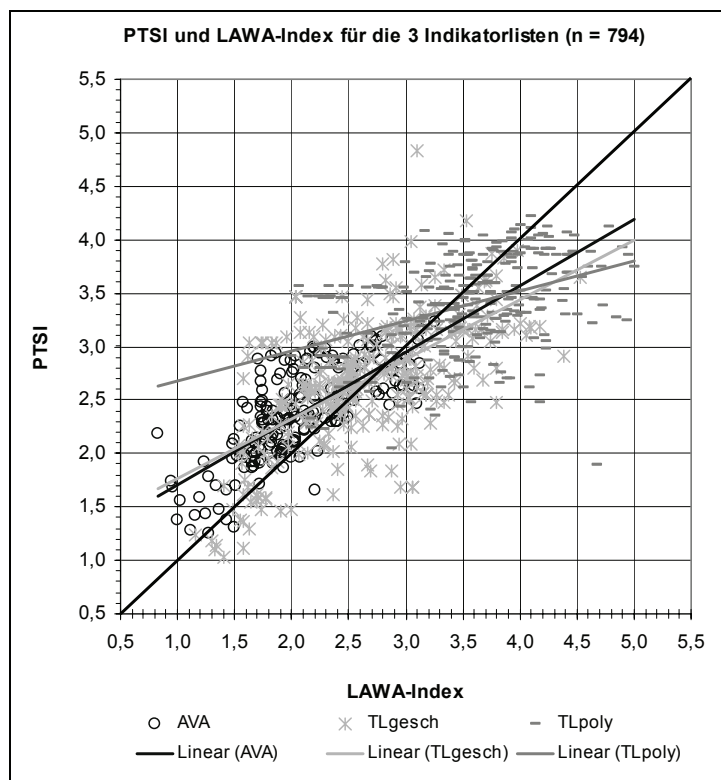


Abbildung 12: Trophieklassifikation mit dem PTSI und LAWA-Index, vor Überarbeitung der Indikatorlisten und der Seetyp-spezifischen Referenztrophie.

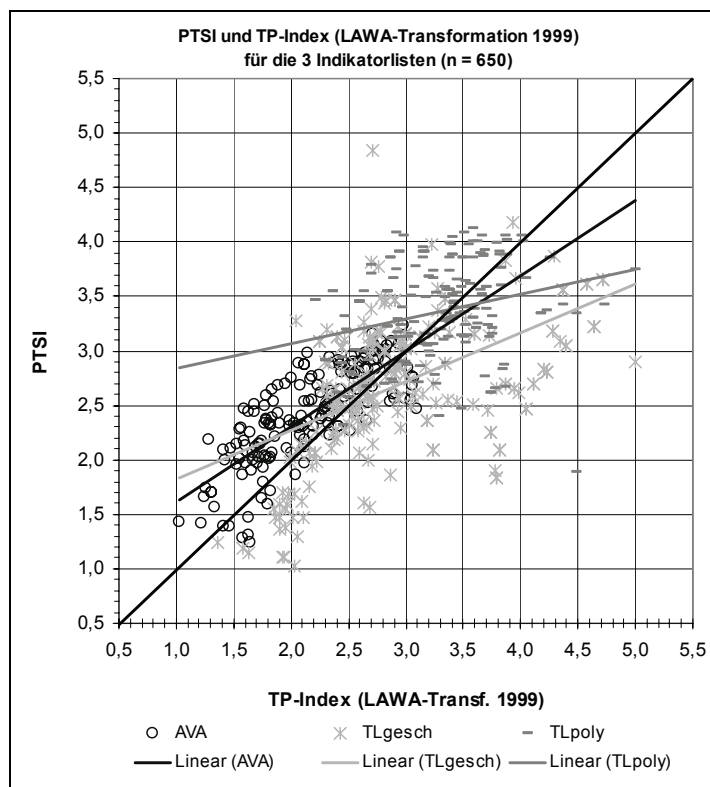


Abbildung 13: Trophieklassifikation mit dem PTSI und Gesamtphosphor, vor Überarbeitung der Indikatorlisten und der Seetyp-spezifischen Referenztrophie.

Die Betrachtung des PTSI in Bezug zum Gesamtposphor-Index (Abbildung 13) ergibt kein wesentlich anderes Ergebnis als die Gegenüberstellung zum LAWA-Index (Abbildung 12). Die schlechteste Eichung besitzt der PTSI für die polymiktischen Tieflandseen. Eine große Streuung weg von der 1:1-Geraden weisen auch die Ergebnisse für die geschichteten Seen des Tieflandes auf. Die Gruppe der Alpen und Voralpenseen streuen am wenigsten, werden jedoch hinsichtlich ihres trophischen Status fast alle zu schlecht eingestuft.

Aufgaben und Strategie für die Überarbeitung des PTSI im Praxistest:

Verbesserung der Trophieklassifikation:

- Überarbeitung der Indikatorlisten hinsichtlich der trophischen Verbreitungsschwerpunkte der Taxa anhand der erweiterten Praxistestdatenbank und der in vielen Fällen taxonomisch verlässlicheren Befundlisten
- Streichung von weit verbreiteten Taxa, welche in vielen Fällen die Bewertungsergebnisse durch hohe Abundanzwerte aber geringe Trophiespezifität unplausibel beeinflussen, wie z.B. *Ceratium hirundinella* in den geschichteten Seen und *Asterionella formosa* in allen Typen
- Streichung von schwer bestimmbar Taxa und Zusammenlegung von leicht zu verwechselnden und verwandten Taxa, sofern diese eine ähnliche trophische Präferenz aufweisen
- Ausschließen von Taxa, welche nur in wenigen Seen oder immer nur in sehr geringer Dominanz gefunden wurden; Grenzkriterien für mögliche Indikatortaxa: Vorkommen in mehr als 5 Seen und mit mindestens einem Befund größer 1% Dominanz
- Verbesserung der Eichung des PTSI entlang des Stressors Gesamtposphor, entlang des trophischen Parameters Biovolumen sowie entlang des LAWA-Index, welcher als Summenindex verschiedene trophische Messgrößen bündelt
- bessere Transformation der Trophieankerwerte der Taxa in den Wertebereich des LAWA-Index sowie entsprechende Validierungsdurchläufe, Ziel: Verbesserung der Schiefelage der Anstiegsgeraden zur 1:1-Geraden in Abbildung 12 (zur Methode siehe Herleitung des PTSI in Nixdorf et al. 2006) sowie Verminderung der Streuung um die Regressionsgerade, d.h. Verbesserung des Bestimmtheitsmaß der Regressionsgeraden
- Anpassung der alpinen Indikatorliste an die Anforderungen der Interkalibration wie z.B. Aufnahme von im Ausland häufigen Taxa oder in manchen Ländern üblichen Sammeltaxa

Verbesserung der Bewertung anhand des PTSI:

- Anpassung und Validierung der Seetyp-spezifischen Referenztrophiewerte u.a. im Rahmen der Interkalibration im europäischen Raum

5.4.2 Alpen und Voralpenseen

Die Rangkorrelationen von PTSI und Trophiekenngößen waren im Datensatz Alpen und Voralpen bereits in der ersten Version relativ gut. In Abbildung 14 wird deutlich, dass die Schiefele der Eichung des PTSI auf den LAWA-Index noch einmal deutlich korrigiert werden konnte. Zuvor waren die meisten Seen hinsichtlich Trophie zu hoch eingestuft gewesen.

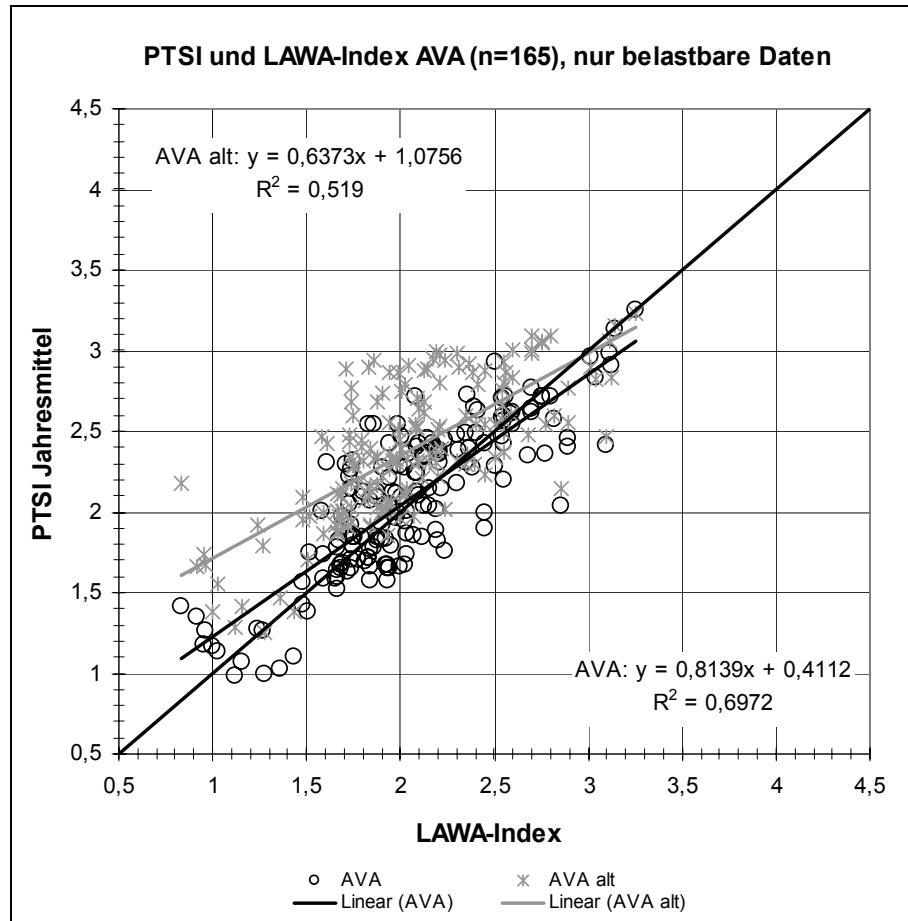


Abbildung 14: Trophieklassifikation mit PTSI und LAWA-Index in Seen der Alpen und Voralpen (AVA) vor und nach der Überarbeitung im Praxistest.

Tabelle 5-10: Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten zwischen PTSI-Jahreswert und LAWA-Index bzw. Gesamtposphorkonzentration im Saisonmittel, vor und nach der Überarbeitung des PTSI im Datensatz Alpen und Voralpen.

Parameter	LAWA-Index	Gesamtposphor-Saisonmittel
vorher		
PTSI-Jahresmittel	0,73	0,80
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	190	184
nachher		
PTSI-Jahresmittel	0,82	0,83
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	190	184

Die Rangkorrelation zwischen PTSI und den Trophiekenngößen (s. Tabelle 5-10) verbesserte sich nochmals. Sowohl mit dem LAWA-Index als auch mit dem Saisonmittel des Gesamtposphors erreichte der PTSI hochsignifikante Korrelation mit Koeffizienten von 0,82 und 0,83.

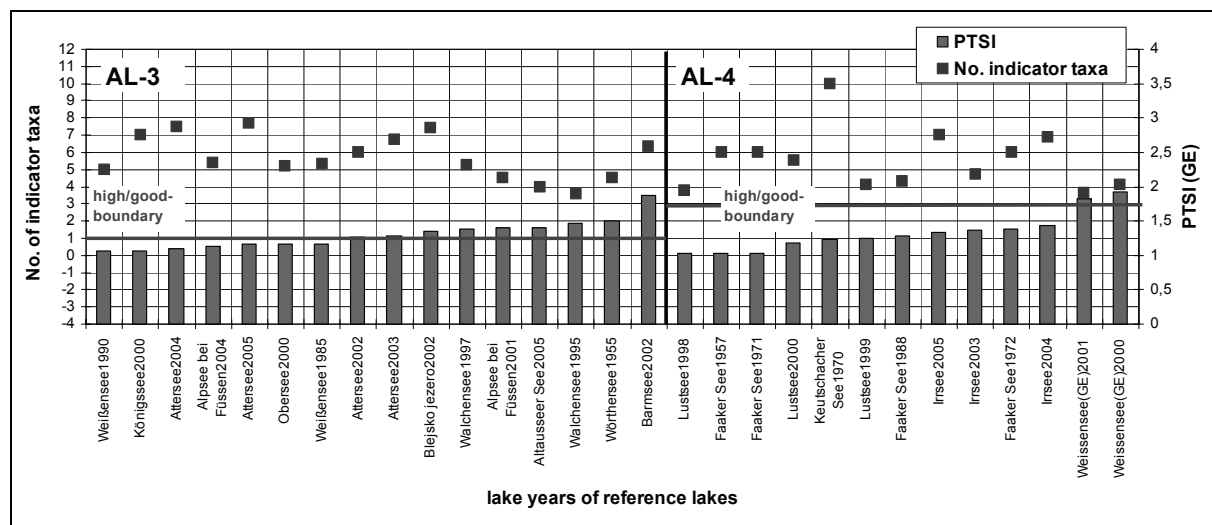


Abbildung 15: Bewertung von Referenzseen im europäischen Alpenraum mit dem PTSI und Vergleich mit der H/G-Grenze nach der Überarbeitung des PTSI im Praxistest.

Sowohl für den Alpen- als auch für den Voralpenseetyp wurde die Grenze zwischen sehr gutem und gutem Zustand noch einmal in Richtung Oligotrophie, in LAWA-Index-Einheiten ausgedrückt um 0,25 nach unten verschoben (s. Kapitel 5.1). Trotz der Senkung der Referenzotrophie bei AL3 und AL4 konnten mit den modifizierten Indikatorlisten deutlich mehr Referenzseen des Alpenraumes mit sehr gut bewertet werden (vgl. Abbildung 11 mit Abbildung 15). Unter Berücksichtigung der großen Unterschiede in der taxonomischen Bearbeitung in den Mitgliedsstaaten wie z.B. oft keine Unterscheidung bei den centralen Diatomeen kann dies als zufrieden stellendes Ergebnis angesehen werden.

5.4.3 Geschichtete Tieflandseen

Allein die Einschränkung bei der Validierung des PTSI darauf, nur belastbare Datensätze zu verwenden, verringerte die Streuung des PTSI im trophischen Gradienten bereits erheblich (vgl. Abbildung 12 mit Abbildung 16). Die Überarbeitung konnte den PTSI im Datensatz TLgesch soweit verbessern, dass der Index in einem relativ breiten Trophiespektrum – von oligotroph bis polytroph – nachvollziehbar und mit guter Trennschärfe reagiert. Die Steigung der Regressionsgeraden ist nahezu parallel zur 1:1-Geraden, so dass die Eichung der Trophiewerte, die der PTSI als Istzustandswert ausgibt, als passend zum LAWA-Trophie-Index angesehen werden kann.

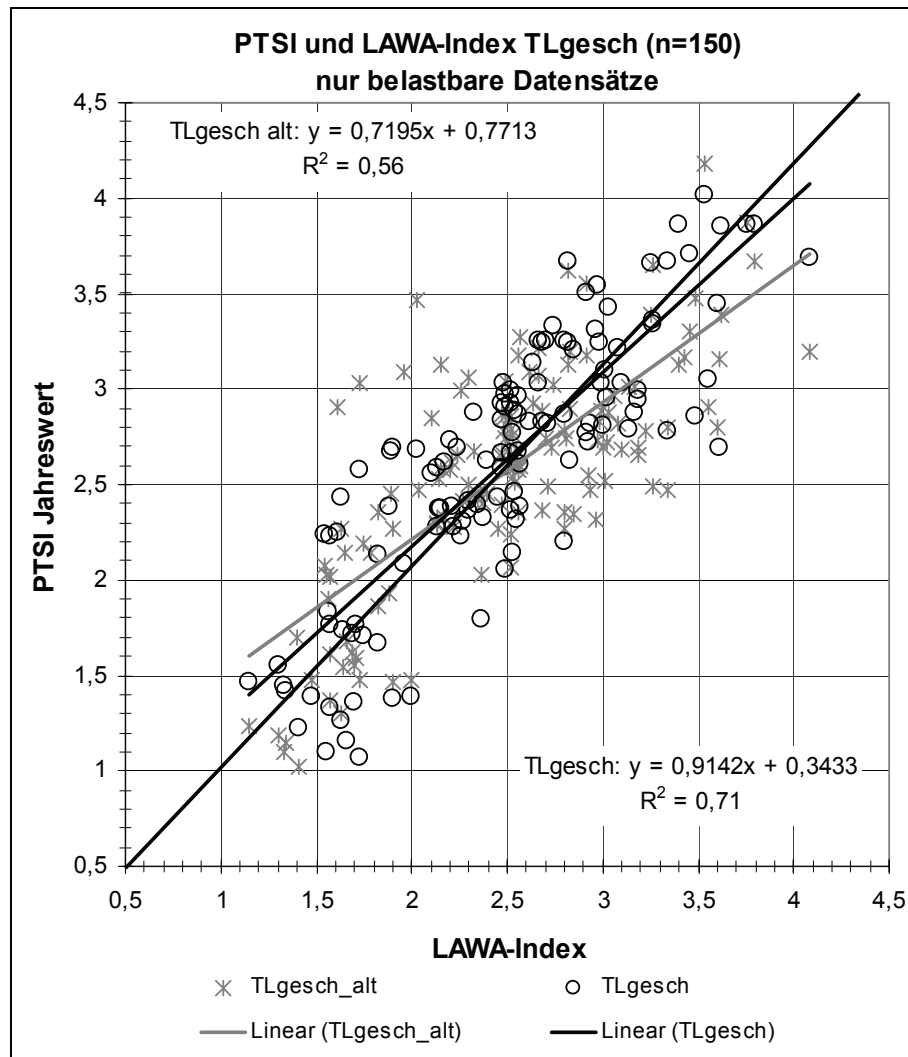


Abbildung 16: Vergleich des PTSI und LAWA-Index in geschichteten Seen des nord-deutschen Tieflands (TLgesch) vor und nach der Überarbeitung im Praxistest.

Die Spearman-Rangkorrelationsanalyse zeigt für den PTSI eine bessere Anpassung an den LAWA-Index als zuvor (s. Tabelle 5-11). Allerdings hat sich die Korrelation zum Gesamtphosphor verschlechtert. Etwa 25% der Jahresgänge im Datensatz besitzen mehr als 100 µg/L TP im Saisonmittel. Für die höher trophischen Zustände ist anzunehmen, dass Phosphor nicht mehr als limitierender Faktor auf das Planktonwachstum wirkt und sich somit sein Einfluss als Steuergröße zunehmend verringert.

Tabelle 5-11: Spearman-Rangkorrelation zwischen PTSI-Jahreswert und LAWA-Index bzw. Gesamtposphorkonzentration im Saisonmittel, Datensatz geschichtete Seen des Tieflandes.

Parameter	LAWA-Index	Gesamtposphor-Saisonmittel
vorher		
PTSI-Jahresmittel	0,59	0,51
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	312	313
nachher		
PTSI-Jahresmittel	0,67	0,46
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	256	257

Beschränkt man den Validierungsdatensatz auf die neueren Untersuchungsjahre ab 2004, in denen die Standardisierung von Probenahme und Laborpraxis weitgehend berücksichtigt wurde, so verringert sich die Streuung um die Ausgleichsgerade und die Parallelität zur 1:1-Gerade nochmals (s. Abbildung 17).

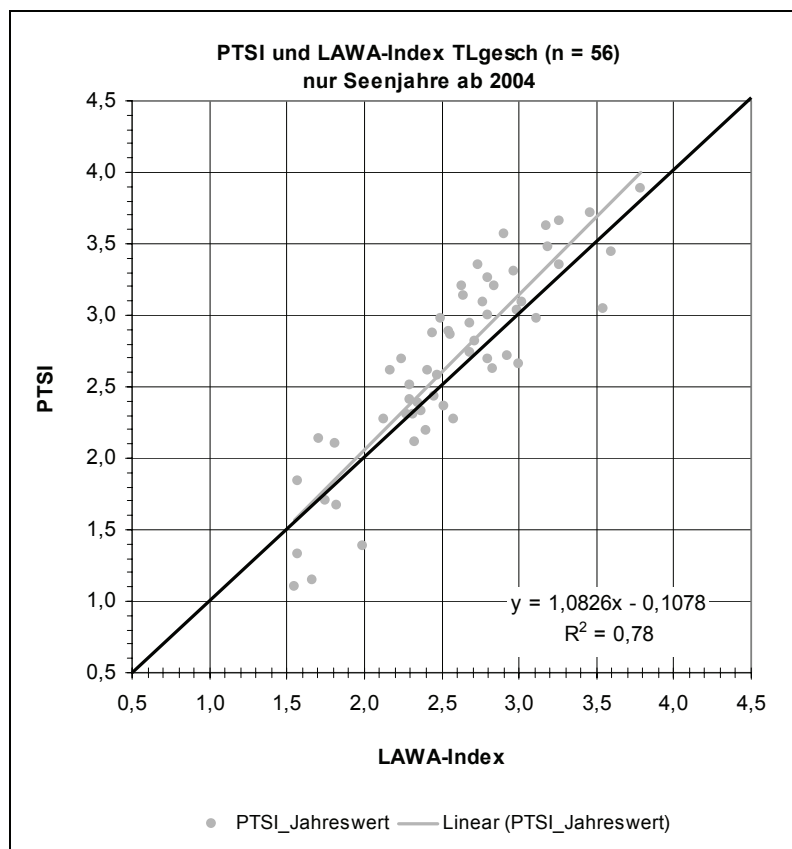


Abbildung 17: Vergleich des PTSI und LAWA-Index in geschichteten Seen des nord-deutschen Tieflands (TLgesch), nur Datensätze ab dem Jahr 2004.

5.4.4 Polymiktische Tieflandseen

Für die Bioindikation mit Phytoplankton sind die polymiktischen Seen sicherlich die schwierigste Seengruppe. Die meisten polymiktischen Seen sind eu- bis polytroph und dementsprechend müssen Taxa existieren, welche die unterschiedlichen Stadien der Eutrophie indizieren können. Dazu kommt, dass sich in diesem Trophiebereich die Rolle des Phosphors verändert und als Steuergröße an Bedeutung verliert und zunehmend andere limitierende Faktoren wie Stickstoff, Silizium und Licht bedeutend werden. In dieser Seengruppe werden auch die Flusseen mit bearbeitet, welche unter den saisonal unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen wie Flüsse reagieren können und die Phytoplanktongesellschaft zunehmend durch begrenzte Aufenthaltszeit beeinflusst wird. Oft befinden sich Seen dieser Gruppe in Seenketten, in welchen zusätzlich die Lage des Gewässers für das natürliche Eutrophierungspotential entscheidend ist.

Die Bedingungen in den ganz unterschiedlichen Seen dieser Typgruppe sind demnach divers und eine gewisse Streuung ist bereits aufgrund theoretischer Überlegungen zu erwarten.

Tabelle 5-12: Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten r zwischen PTSI-Jahreswert und LAWA-Index bzw. Gesamtphosphorkonzentration im Saisonmittel im Datensatz der polymiktischen Tieflandseen.

Parameter	LAWA-Index	Gesamtphosphor-Saisonmittel
vorher		
PTSI-Jahresmittel	0,43	0,33
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	291	210
nachher		
PTSI-Jahresmittel	0,59	0,44
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	291	210
nachher, nur Datensätze nach 2004		
PTSI-Jahresmittel	0,71	0,50
Irrtumswahrscheinlichkeit	0,000	0,000
n =	94	94

Die Rangkorrelationen zwischen PTSI und den trophischen Kenngrößen LAWA-Index und Gesamtphosphor sind dementsprechend schwächer ausgeprägt. Dennoch konnten mit den neuen Felddaten und der Überarbeitung eine Verbesserung erreicht werden (s. Tabelle 5-12). Insbesondere die Korrelation zwischen PTSI und LAWA-Index mit einem Koeffizienten von 0,59 ist unter den gegebenen Bedingungen als gut anzusehen und rechtfertigt die Anwendbarkeit des PTSI für diese Gewässer.

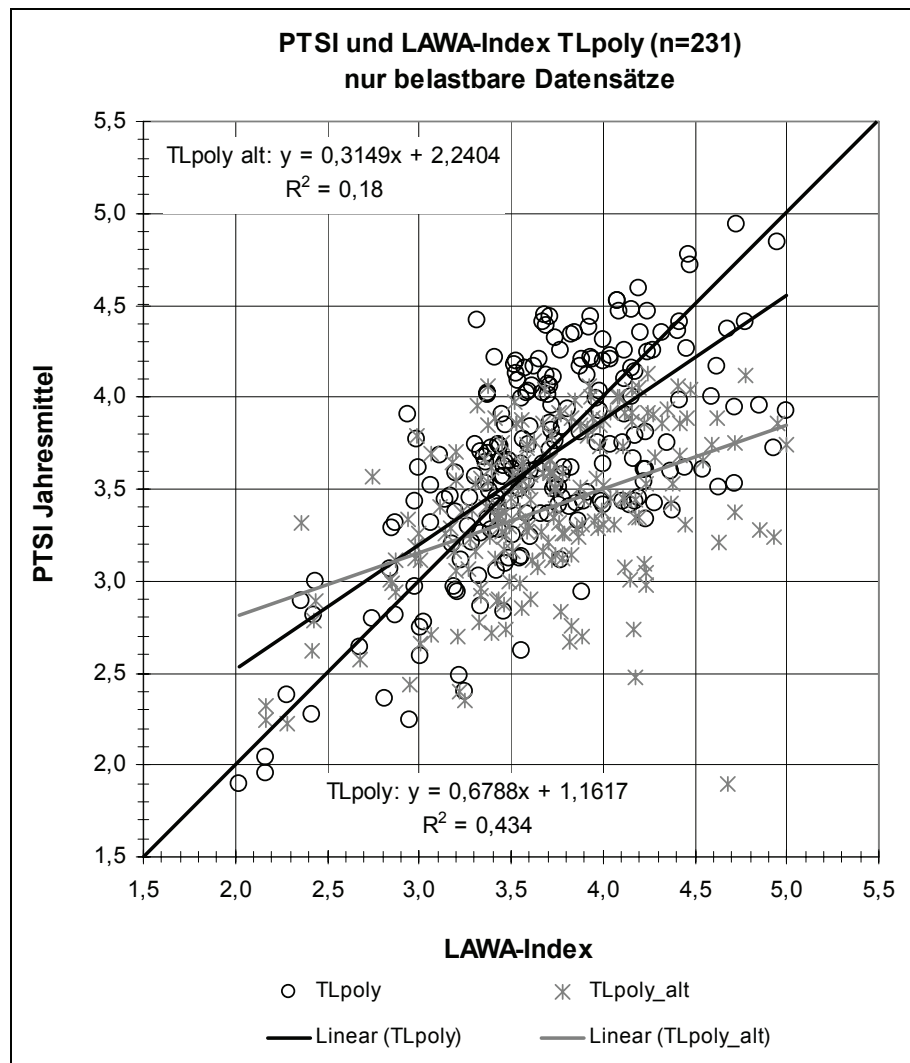


Abbildung 18: Trophieklassifikation mit PTSI und LAWA-Index in polymiktischen Seen des norddeutschen Tieflands (TLpoly) vor und nach der Überarbeitung.

Die Eichung und Transformation der Trophiewerte, die der PTSI ausgibt, in die Skala des LAWA-Index (Methode s. Nixdorf et al. 2006) konnte eine besser angepasste Steigung der Geraden im Verhältnis zur 1:1-Geraden herstellen (s. Abbildung 18). Das Bestimmtheitsmaß der linear angepassten Regressionsgeraden ist im Vergleich zu den geschichteten Seen des Tieflandes und den Seen der Alpen und Voralpen jedoch relativ klein. Der PTSI reagiert dennoch gut in der großen Spannweite der Trophie, welche von mesotroph bis hypertroph reicht. Im stark poly- bis hypertrophen Bereich fallen die PTSI-Werte z.T. zu optimistisch aus. Das liegt u.a. daran, dass Taxa ihren trophischen Verbreitungsschwerpunkt selten nur im hypertrophen sondern gleichzeitig auch im stark eutrophen und polytrophen Status besitzen und somit die Trophiewerte, die der PTSI ausgibt, immer etwas tiefer liegen müssen, um die nur eutrophen Seen nicht zu schlecht zu bewerten. Für die Bewertung nach EG-WRRL spielt die schlechtere Trennschärfe in diesem Trophiebereich keine bedeutende Rolle, da die Entscheidung über Handlungsbedarf bereits bei einem Indexwert von 3,25 fällt. Bei allen polymiktischen Seen ist der schlechte oder unbefriedigende Zustand bereits bei beginnender Polytriephie erreicht (vgl. Tabelle 5-1), so dass eine höhere Trennschärfe des PTSI im poly- bis hypertrophen Bereich zumindest für die WRRL-Bewertung keine grundlegend anderen Ergebnisse erbrächte.

Bei einer Einschränkung des Validierungsdatensatzes nur auf die ab 2004 erhobenen Datensätze, besitzen die Ergebnisse des PTSI hinsichtlich des LAWA-Index gemäß Abbildung 19 und Tabelle 5-12 eine geringere Streuung.

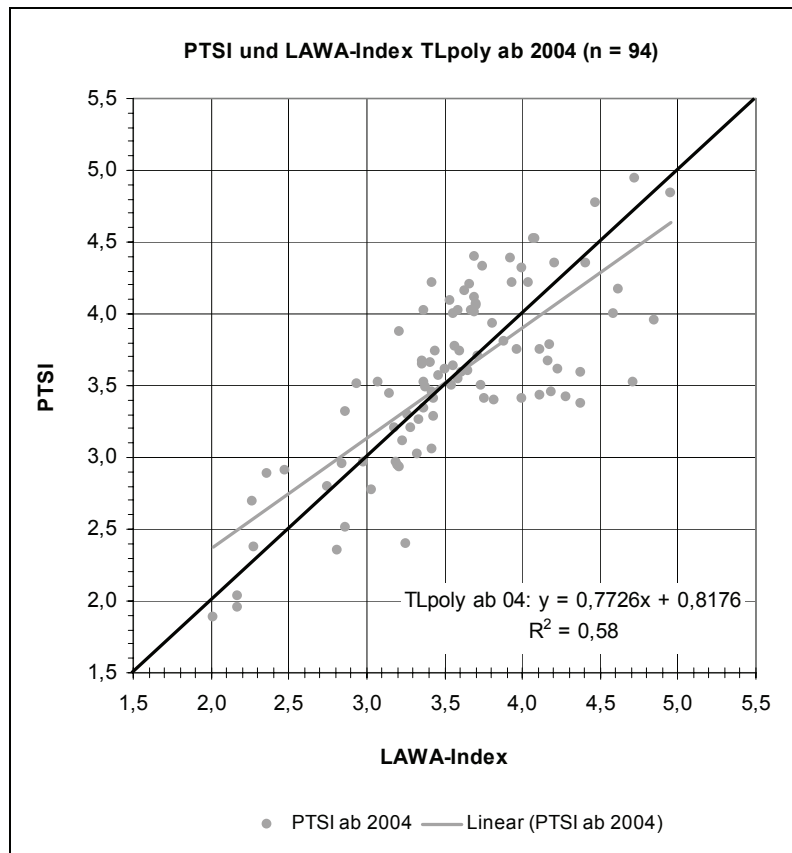


Abbildung 19: Vergleich des PTSI und LAWA-Index in polymiktischen Seen des nord-deutschen Tieflands (TLpoly) ab dem Untersuchungsjahr 2004.

5.4.5 Algenklassenzusammensetzung der Indikatorlisten

Die Zusammensetzung der AVA-Indikatorliste hinsichtlich der vertretenen Algenklassen hat sich mit der Überarbeitung nicht tief greifend verändert (s. Abbildung 20). Es bleibt die relative Dominanz der Diatomeen (Bacillariophyceae) für den oligotrophen Bereich sowie die auffällige Dominanz der Chlorophyceen für den eutrophen. Insgesamt konnten mehr Indikatortaxa aus unterschiedlichen Algenklassen für den mesotrophen Bereich gefunden werden.

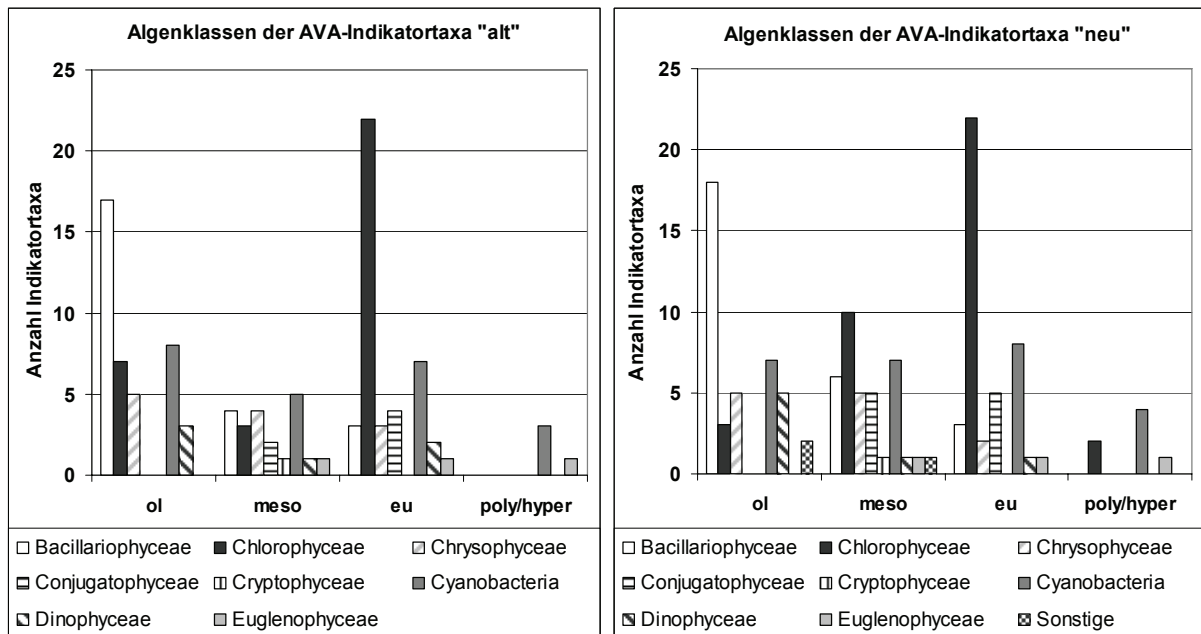


Abbildung 20: Verteilung der Indikatoren für die Alpen und Voralpenseen (AVA) auf die Algenklassen.

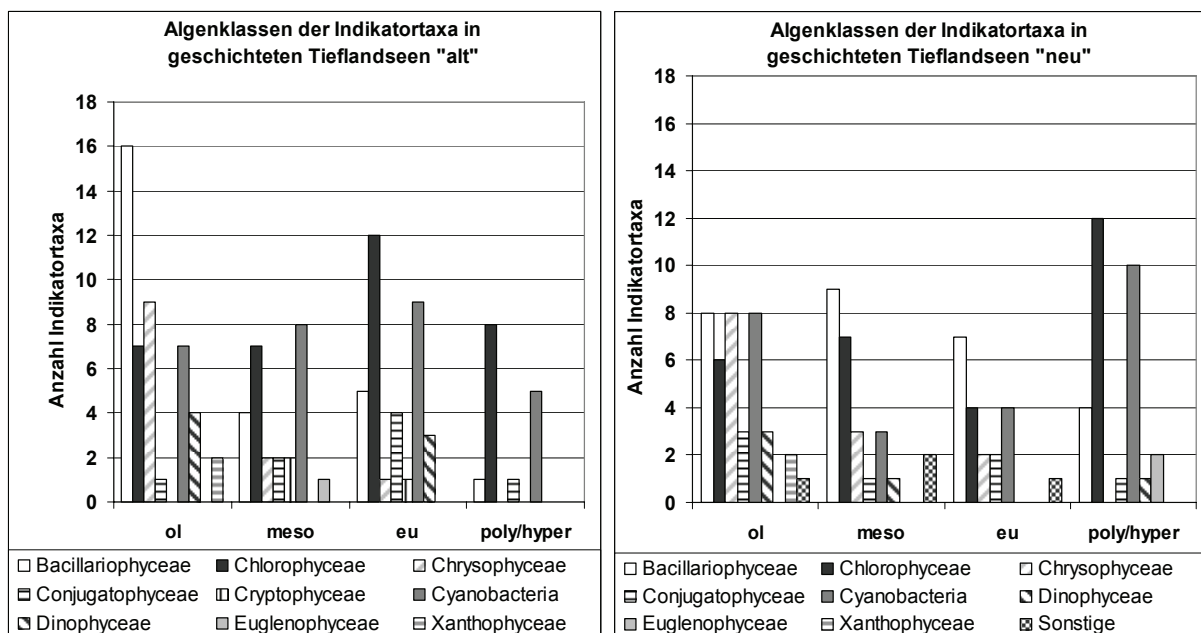


Abbildung 21: Verteilung der Indikatoren für die geschichteten Seen des norddeutschen Tieflands auf die Algenklassen.

Die Verteilung der Indikatortaxa auf die Algenklassen ist für die geschichteten Tieflandseen vergleichsweise gleichmäßig (s. Abbildung 21). Während der Überarbeitung wurden einige Diatomeentaxa (Bacillariophyceae) vom oligotrophen in den mesotrophen Bereich hoch gestuft. Bei den Cyanobacteria und den Chlorophyceen wurden diverse Taxa vom eutrophen in den poly-hypertrophen Bereich verschoben. Wie in der AVA-Liste fallen auch in den geschichteten Seen des Tieflands die Blaualgen-Indikatoren im oligotrophen Bereich auf. Diese gehören größtenteils der Algenordnung Chroococcales an.

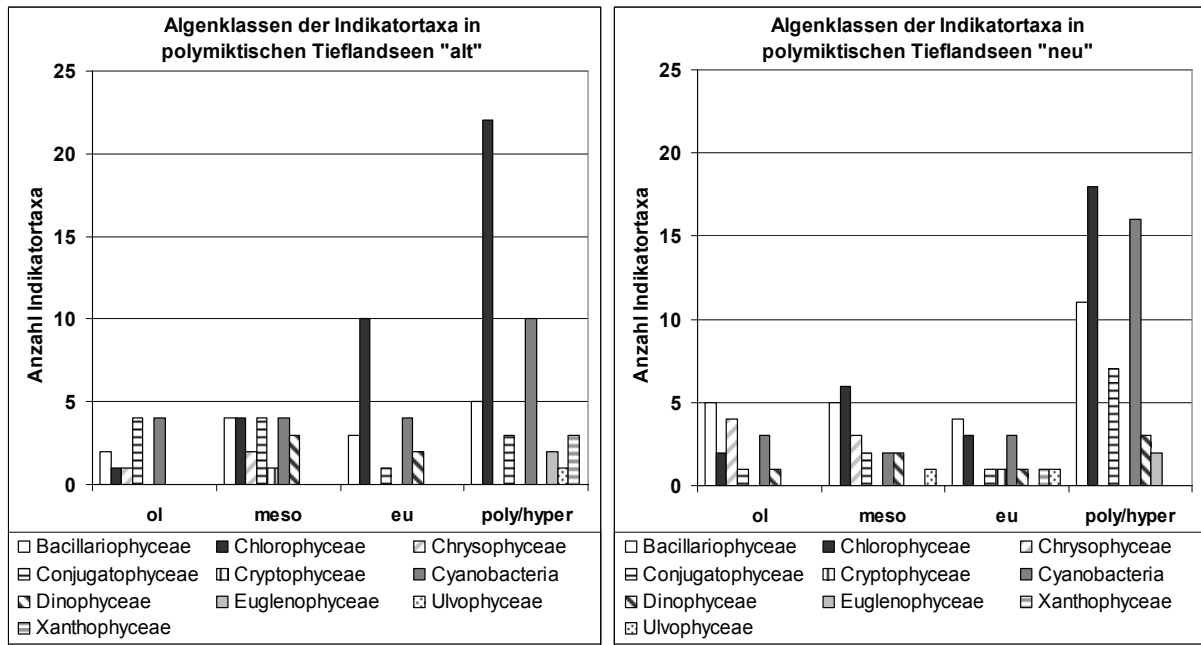


Abbildung 22: Verteilung der Indikatoren für die polymiktischen Seen des norddeutschen Tieflands auf die Algenklassen.

Entsprechend dem Stichprobenschwerpunkt der polymiktischen Seen besitzt auch die Liste der Indikatoren dieser Seengruppe ihren zahlenmäßigen Schwerpunkt im poly- bis hypertrophen Status (s. Abbildung 22). Hier stellen die Bacillariophyceen, Chlorophyceen und Cyanobacteria die wichtigsten Algenklassen dar. Im oligotrophen bis eutrophen Status konnte die Anzahl der Taxa noch etwas erhöht werden. Die Algenklassenzusammensetzung in diesem Trophiebereich ist sehr ausgeglichen und weist keine auffälligen Dominanzen auf.

Im Praxistest, in dem z.T. erstmals für einen größeren Anteil der polymiktischen Tieflandseen Ergebnisse aus genaueren Diatomeenanalysen vorliegen, konnte die Anzahl der Diatomeentaxa von 14 auf 25 Indikatorarten erhöht werden.

5.4.6 Fazit der Überarbeitung des PTSI

In der Regel konnten die Indikatorlisten mit der Überarbeitung erweitert werden. In allen Fällen ist die Anzahl der Taxa, denen ein Trophieankerwert zugeordnet wird, angestiegen: In der Liste Alpen und Voralpen sowie polymiktische Seen des Tieflands um rund 60% und in der Liste für die geschichteten Seen des Tieflands um rund 10%. Darüber hinaus führten das Zusammenführen nicht oder schwer unterscheidbarer Taxa sowie das Herabsetzen von Indikatorarten auf Gattungsniveau zu taxonomischen Vereinfachungen (Anzahl in rechter Spalte der Tabelle 5-13). Diese wurden jedoch nur vorgenommen, wenn die zusammen gefassten Taxa ähnliche oder gleiche Präferenzen im Trophiespektrum aufwiesen.

Tabelle 5-13: Beschreibung der „alten“ und „neuen“ Indikatorlisten.

Indikatorliste	Anzahl Indikatortaxa	Anzahl der enthaltenen taxonomischen Einheiten (ID in HTL*)	Anzahl der Doppel- oder Mehrfachtaxa und Gattungen
vorher (Version Nixdorf et al. 2006)			
Alpen und Voralpen	111	127	9
geschichtete Seen des Tieflandes	123	156	14
polymiktische Seen des Tieflandes	96	117	10
nachher (nach Überarbeitung im Praxistest 2007)			
Alpen und Voralpen	125	208	24
geschichtete Seen des Tieflandes	115	173	21
polymiktische Seen des Tieflandes	111	193	27

* HTL = harmonisierte Taxaliste Phytoplankton nach Mischke et al. (2006a).

Tabelle 5-14: Veränderung der Spearman-Rangkorrelation zwischen PTSI und trophischen Kenngrößen durch die Überarbeitung im Praxistest 2007 für die Seengruppen Alpen und Voralpen (AVA), Tiefland geschichtet (TLgesch) und polymiktisch (TLpoly).

Indikatorliste	Rangkorrelation zwischen:	Korrelationskoeffizient r		
		vorher	nachher	Veränderung
AVA	PTSI und LAWA-Index	0,73	0,82	+0,09
TLgesch	PTSI und LAWA-Index	0,59	0,67	+0,08
TLpoly	PTSI und LAWA-Index	0,43	0,59	+0,16
AVA	PTSI und TP-Saisonmittel	0,80	0,83	+0,03
TLgesch	PTSI und TP-Saisonmittel	0,51	0,46	-0,05
TLpoly	PTSI und TP-Saisonmittel	0,33	0,44	+0,11

* alle Korrelationen sind höchst signifikant mit Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,001.

Die deutlichsten Verbesserungen konnten für die Bewertung von polymiktischen Tieflandseen erreicht werden (s. Tabelle 5-14), wobei in dieser Gruppe zumindest im Validierungsdatensatz, welcher zusätzlich zu den Praxistestdaten auch Altdaten enthält, immer noch die schlechtesten Korrelationen ermittelt wurden. Beschränkt man den Validierungsdatensatz nur auf weitgehend standardisiert erhobene Phytoplankton-Untersuchungen ab 2004, verbessert sich die Korrelation zwischen PTSI und LAWA-Index noch einmal erheblich auf $r = 0,71$ (s. Kapitel 5.4.4).

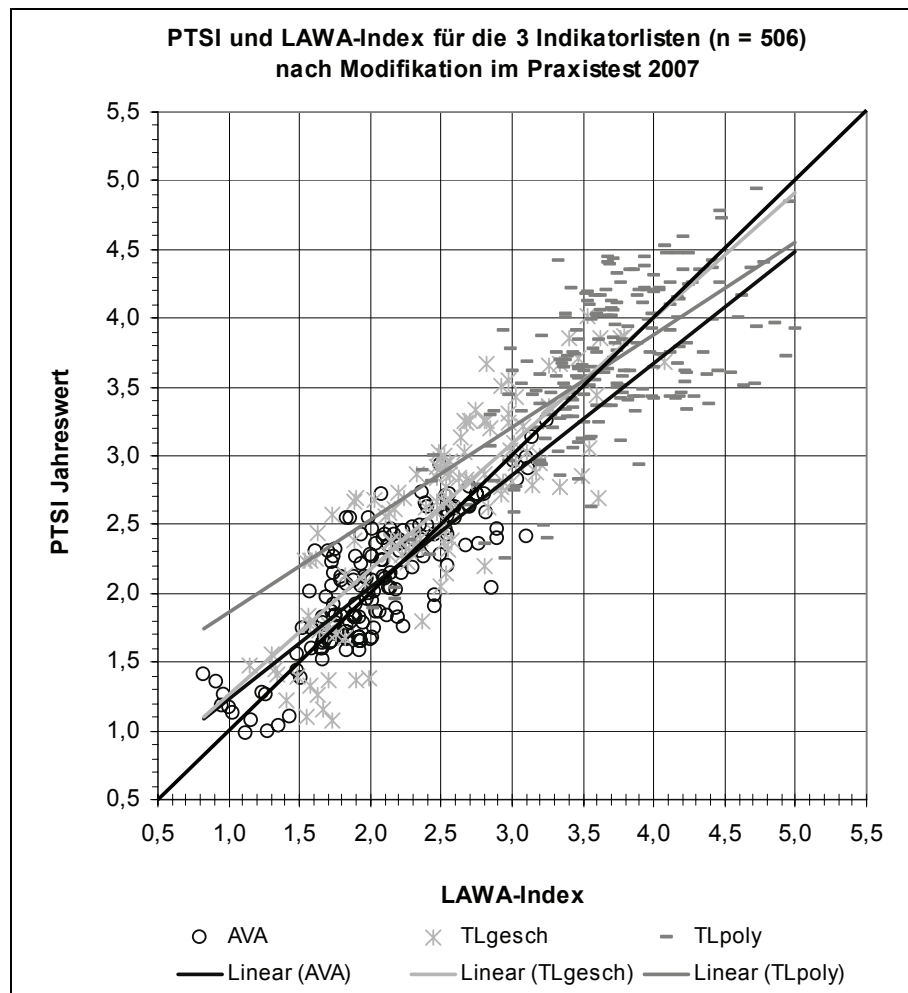


Abbildung 23: Vergleich von PTSI und LAWA-Index in geschichteten (TLgesch) und polymiktischen (TLpoly) Seen des norddeutschen Tieflands sowie in Seen der Alpen und Voralpen (AVA). Ergebnis des Validierungsprozesses im Praxistest.

Die Ziele der Überarbeitung wie die Verringerung der Streuung um die Ausgleichsgerade sowie deren Anpassung an die Steigung der 1:1-Geraden konnten mit Überarbeitung der drei Indikatorlisten im Wesentlichen erreicht werden (s. Abbildung 23). Die Trophieklassifikation mit dem PTSI erfolgt bei weitgehender Einhaltung der Grenzkriterien der Indexberechnung sowie standardisierter Verfahren bei Probenahme und Laboranalyse nachvollziehbar und zuverlässig. Das Trophiespektrum, in welchem die Indikation arbeitet, reicht von oligotroph (Werte < 1,5) bis poly- und hypertroph (Werte 3,5–5,0).

5.5 Diatomeenpräparate von Pelagialproben – Wie notwendig sind sie für die Bewertung?

In dem Verfahrensvorschlag von Nixdorf et al. (2005b) wird zusätzlich zur Analyse der Lugol-fixierten Probe die regelmäßige Analyse eines Diatomeenpräparates gefordert. Seit der Einführung dieser Anforderung wurden in Deutschland sehr viel häufiger Diatomeenanalysen aus Pelagialproben beauftragt.

Der durch den Praxistest verfügbare Datenbestand mit Diatomeeanalyse aus den Jahren 2004–2006 betrifft insgesamt 79 Seen. Für fast alle diese Seen liegt zusätzlich eine DI-PROF-Bewertung anhand der Ablagerungen der planktischen Diatomeenschalen im Profundal nach Schönfelder (2006) vor (Ausnahme Bayern, da nicht anwendbar).

Es trugen zu diesen Analysen die Bundesländer Bayern, Schleswig-Holstein, Berlin und Brandenburg bei. Die neuen Datensätzen aus Schleswig-Holstein und Brandenburg 2006 erreichten das Projekt erst im Mai und Juni 2007. Aufgrund der sehr späten Übermittlung der Daten kann im vorliegenden Projektrahmen nur eine sehr grobe Analyse erfolgen.

Im Altdatenbestand (vor dem Jahr 2004 mit 124 Seenjahren) ist demgegenüber die Herkunft von Befundelisten mit Diatomeenanalysen überwiegend aus Bayern und Baden-Württemberg von Alpen- und Voralpenseen. Für das Tiefland liegen Befundelisten vor 2004 mit Diatomeenanalysen nur von Katrin Teubner (Parsteiner etc.) und langjährig für den oligotrophen Stechlinsee (IGB, Neuglobsow) vor.

Werden Diatomeenpräparate hergestellt, werden im Mittel mindestens 6 Centrales-Arten pro See-Jahr bestimmt. Im Umkehrmikroskop erkennbare Arten der Gattungen *Aulacoseira*, *Thalassiosira* und *Actinocyclus* wurden bei dieser Betrachtung ausgeschlossen.

Mecklenburg-Vorpommern hat in seinen Untersuchungsprogrammen 2004 bis 2006 ganz auf das planktische Diatomeenpräparat verzichtet und stattdessen eine Analyse nach dem DI-PROF-Verfahren veranlasst.

Von den 171 bundesweiten Untersuchungen in den Jahren 2004–2006 konnten nur für 14 Seenjahre kein PTSI wegen zu wenigen Indikatortaxa berechnet werden. Dies sind 8,2%. 10 von diesen Fällen stammen aus den 60 Untersuchungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

Damit kann der Schluss gezogen werden, dass das Risiko einer Fehlbewertung mittels des Phytoplankton-Bewertungsverfahrens bei Auslassung der planktischen Diatomeenanalysen durch Ausfall des PTSI erheblich ansteigt. Inwieweit der DI-PROF diese Bewertungslücke auffüllen kann, wird in Kapitel 6 dargestellt.

Hier wird der Frage nachgegangen, wie sich ein genereller Ausfall der Indikatorarten, die nur im Diatomeenpräparat bestimmbar sind, auf die Bewertung mittels des PTSI und auf die Gesamtbewertung (PSI) auswirkt.

Die Liste der Indikatorarten, die nur im Diatomeenpräparat bestimmbar sind, ist im Folgenden zusammengestellt (Tabelle 5-15). Für die weitere Auswertung wurde bei der Bewertung des PTSI zum einen diese Arten einbezogen und zum anderen ausgeschlossen. Die Bewertungsergebnisse werden auch entlang des LAWA-Index betrachtet, um Effekte auf die Bewertungsstrenge beobachten zu können.

Tabelle 5-15: Indikatortaxa des PTSI, die sich taxonomisch sicher nur mit zusätzlicher Anfertigung eines Diatomeenpräparates bestimmen lassen.

Seegruppe	ID_T	Indikatortaxa	Stenökiefaktor	Trophieankerwert (TAW)
AVA	258	<i>Cyclotella glomerata</i>	2	0,67
AVA	252	<i>Cyclotella comensis</i>	2	0,88
AVA	255	<i>Cyclotella delicatula</i>	1	0,91
AVA	251	<i>Cyclotella bodanica</i>	2	0,95
AVA	262	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	4	1,02
AVA	719	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	1	1,04
AVA	81	<i>Aulacoseira islandica</i>	1	1,11
AVA	254	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	1	1,32
AVA	725	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3	1,7
AVA	256	<i>Cyclotella distinguenda</i>	1	1,72
AVA	257	<i>Cyclotella distinguenda</i>	1	1,72
AVA	261	<i>Cyclotella ocellata</i>	1	2,5
AVA	75	<i>Aulacoseira ambigua</i>	3	3,35
TL_gesch	252	<i>Cyclotella comensis</i>	2	0,65
TL_gesch	872	<i>Cyclotella tripartita</i>	2	0,66
TL_gesch	870	<i>Cyclotella krammeri</i>	2	0,68
TL_gesch	896	<i>Stephanocostis chantaicus</i>	2	0,71
TL_gesch	261	<i>Cyclotella ocellata</i>	2	1,6
TL_gesch	725	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	1	1,94
TL_gesch	723	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	2	2,07
TL_gesch	260	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	2	2,44
TL_gesch	81	<i>Aulacoseira islandica</i>	2	2,55
TL_gesch	717	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	1	2,71
TL_gesch	75	<i>Aulacoseira ambigua</i>	1	2,81
TL_gesch	262	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	1	2,91
TL_gesch	719	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	2	3,01
TL_gesch	248	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	1	3,55
TL_gesch	247	<i>Cyclostephanos dubius</i>	2	3,59
TL_poly	261	<i>Cyclotella ocellata</i>	2	0,93
TL_poly	252	<i>Cyclotella comensis</i>	2	1,01
TL_poly	717	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	1	2,02
TL_poly	723	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	1	2,32
TL_poly	725	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	1	2,62
TL_poly	260	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	4,45
TL_poly	247	<i>Cyclostephanos dubius</i>	2	4,77
TL_poly	248	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	1	5,46
TL_poly	75	<i>Aulacoseira ambigua</i>	2	5,68

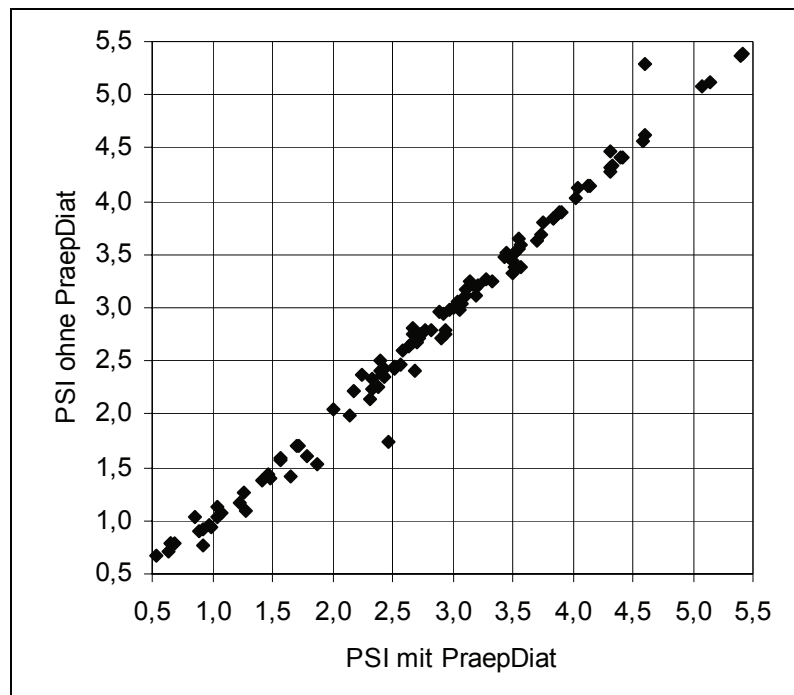


Abbildung 24: Einfluss des Fehlens von planktischen Diatomeen-Präparaten auf das Gesamtergebnis der Bewertung des Praxistests mittels PSI in den Tieflandseen (N = 112) mit und ohne entsprechende Indikatorarten.

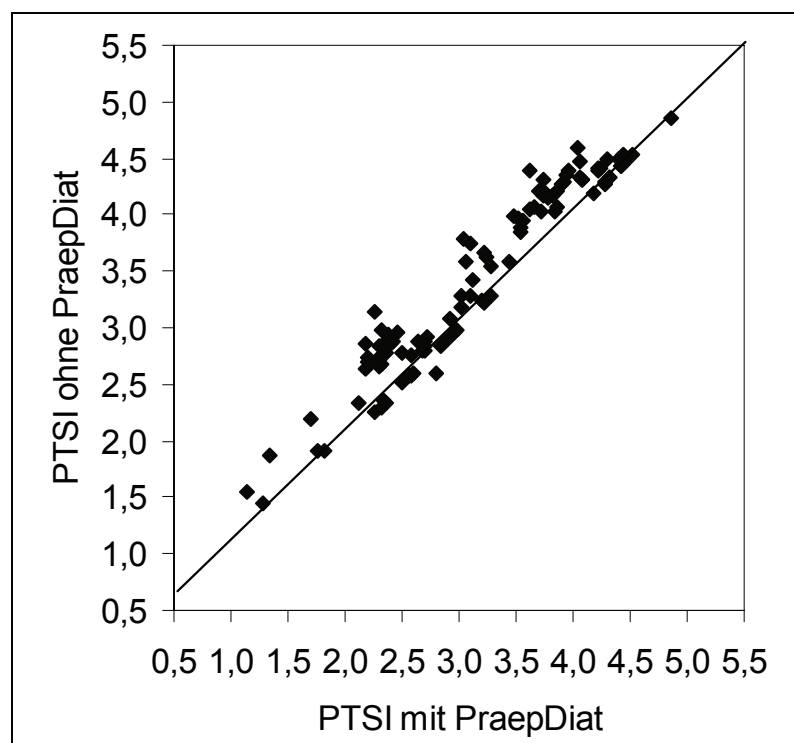


Abbildung 25: Einfluss des Fehlens von planktischen Diatomeen-Präparaten auf das Gesamtergebnis der Bewertung mittels PTSI in den Alpenseen (Typ 4) mit und ohne entsprechende Indikatorarten.

Es kann insgesamt festgestellt werden, dass der Einfluss der 8 bis 15 Indikator taxa je Indikatorliste des PTSI, die nur mit einem Diatomeenpräparat sicher bestimmt werden können, auf die Bewertung mittels des PSI im Tiefland gering ist (s. Abbildung 24).

Deshalb sollten diese Präparate für das Verfahren für Tieflandseen nicht verpflichtend sein. Der Verfahrensaufwand würde sich bei obligater Empfehlung der Analyse erheblich erhöhen.

Traditionell werden centrische Diatomeen in den Alpen und Voralpen in den Planktonproben regelmäßiger auch in den Altdaten unterschieden. Hier wurde ein größerer Einfluss der centrischen Diatomeen festgestellt.

In den Alpen werden die Jahresgänge bis zu 0,5 Einheiten mit dem PTSI ohne Diatomeenpräparat zu schlecht bewertet (s. Abbildung 25). Der Einfluss des Fehlens dieser Diatomeen auf die Gesamtbewertung nach PSI ist allerdings gering, führt aber zu einer schlechteren linearen Korrelation zum LAWA-Index (Abbildung 26).

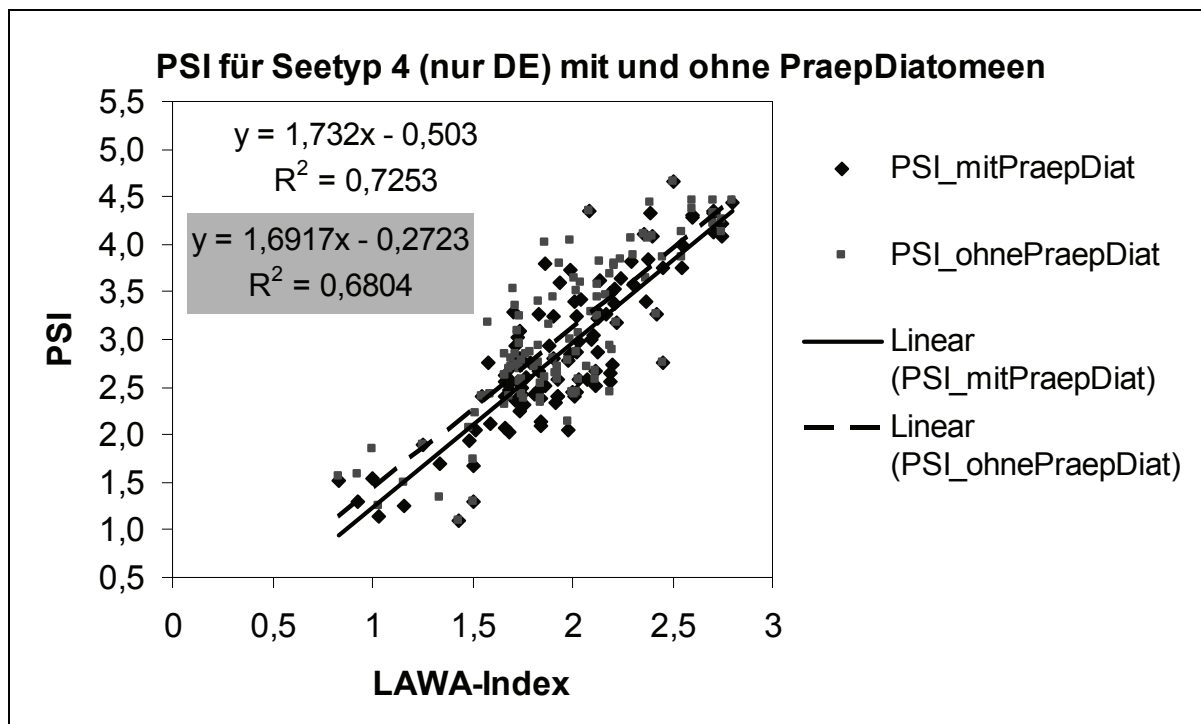


Abbildung 26: Einfluss des Fehlens von planktischen Diatomeen-Präparaten auf das Gesamtergebnis der Bewertung mittels PSI in den Alpenseen (Typ 4) dargestellt entlang des LAWA-Index-Wertes.

6 Integration des überarbeiteten Bewertungsmoduls für planktische Diatomeen-Reste im Profundal (DI-PROF)

Durch Schönfelder (in Nixdorf et al. 2005b) wurde die zusätzliche Bewertungsgröße DI-PROF für Tieflandseen anhand der Artenzusammensetzung planktischer Diatomeen entwickelt. Diese wird beim Di-PROF aus Schalen-Resten ermittelt, welche in der oberen Auflage des Sediments an der tiefsten Stelle im See (Sub-Profundal) aus dem Pelagial absedimentiert sind. Die Kenngröße nutzt das unterschiedliche Verbreitungsspektrum von Indikator-Diatomeenarten in Seen mit zunehmender Trophie. Der DI-PROF wurde durch Schönfelder (2006) nochmals stark überarbeitet und auf eine breitere Datenbasis gestellt (167 Tieflandseen). Die Kenngröße ist WRRL-konform über Referenzzustände je Seetyp abgeleitet und setzt zur Bewertung die ermittelten Dominanzverhältnisse der Diatomeen eines Sees ins Verhältnis zu diesen Referenzzuständen.

Auch der im vorliegenden Bericht überarbeitete Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) enthält in seiner Indikatorliste teils die gleichen planktischen Diatomeenarten wie der DI-PROF, doch mit eigenen und aus Pelagialproben ermittelten Trophieoptima. Insofern kommt es zu einer doppelten Nutzung der Indikatorgruppe „Planktische Diatomeen“ in beiden Verfahrensansätzen.

Ein Großteil dieser Arten kann nur mittels eines Diatomeenschalen-Präparates sicher bestimmt werden. Deshalb wurde die Anfertigung von Präparate aus Pelagialproben im Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005b) zusätzlich zum Utermöhl-Verfahren gefordert, um diese planktischen Diatomeen zur Indikation für den PTSI nutzen zu können. Allerdings ist der zeitliche und methodische Aufwand zur Herstellung und Auswertung dieser Präparate mit 1–2 Stunden je Probe recht hoch. Weiterhin ist der Beitrag zur Gesamtbewertung nach dem neuen Verfahrensansatz gering wie in Kapitel 5.5 dargestellt. Im Gegensatz zum Pelagial, wo wegen der hohen jahreszeitlichen Dynamik der Planktonzusammensetzung mindestens 6 Proben zur Erfassung der Diatomeen je Untersuchungsjahr erforderlich sind, benötigt der DI-PROF nur eine einzige Beprobung der oberen Sedimentauflage des Profundals und die Auswertung eines Schalen-Präparates.

Deshalb hat zum Beispiel das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern aus Kostengründen keine Diatomeenanalyse der planktischen Diatomeen im Praxistest beauftragt und es wurde stattdessen regelmäßig die Probenahme und Analyse für den DI-PROF beauftragt.

Nach dem bisherigen Verfahrensentwurf (Nixdorf et al. 2005b) sollte der DI-PROF bei Unterschreitung der Indikatorzahl für den PTSI sowie bei Weglassen der planktischen Diatomeenanalyse in die Bewertung einbezogen werden. Diese vorläufigen Bedingungen zur Anwendung des DI-PROF sollten im Praxistest überprüft werden.

6.1 Beitrag der Kenngröße DI-PROF in Fällen unzureichender Erfassung pelagialer Diatomeen

Nach dem bisherigen Verfahrensentwurf (Nixdorf et al. 2005b) soll der DI-PROF bei Unterschreitung der Indikatorzahl für den PTSI sowie bei Weglassen der planktischen Diatomeenanalyse in die Bewertung einbezogen werden.

Seit Einführung der neuen Verfahrensvorschrift hat sich die Bestimmungstiefe von Phytoplanktonanalysen bereits im Utermöhl-Verfahren deutlich verbessert und es wurden im

Durchschnitt mehr Arten je Probe quantitativ und qualitativ erfasst. Durch die zusätzliche Analyse der 6 Diatomeen-Präparate aus Pelagialproben konnten im Mittel 6 weitere Taxa je Jahr zusätzlich ermittelt werden. Beides führte zu einer erhöhten ermittelten Anzahl an Indikatortaxa für den PTSI: Während der PTSI auf die Altdaten noch häufig nicht anwendbar war, weil im Jahresmittel eine Anzahl von 3,5 Indikatortaxa im Mittel unterschritten wurden, ist er bei den Praxistestdaten zu 92% anwendbar. 10 von 14 Fällen ohne ausreichende Anzahl an PTSI-Indikatortaxa stammen aus den Untersuchungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern in den Praxistestjahren 2004–2006, für die keine pelagialen Proben für die Diatomeenanalyse beauftragt wurden. In den Fällen, die den Bedingungen zur Anwendung des DI-PROF's entsprechen, galt es zu überprüfen, ob der DI-PROF zusätzlich zur Bewertung heran zuziehen ist.

Dazu wurde eine Regressionsanalyse der 36 mecklenburgischen Seen-Daten entlang des LAWA-Trophie-Index als Belastungsgröße durchgeführt, für die gleichzeitig auch eine Bewertung des PSI und PTSI rein auf Basis der Utermöhl-Proben und ohne die pelagische Diatomeenanalyse vorlag. Da eine solche Regression der Indexnoten vom DI-PROF, dem PSI und dem PTSI aufgrund der unterschiedlichen Referenztrophy nur getrennt nach Seetyp sinnvoll, ist die Datenbasis je Seetyp relativ klein. Deshalb werden hier nur die Auswertungen der beiden Seetypen 11.2 und 10 dargestellt, denen die meisten Gewässern angehörten (Abbildung 27, Abbildung 28).

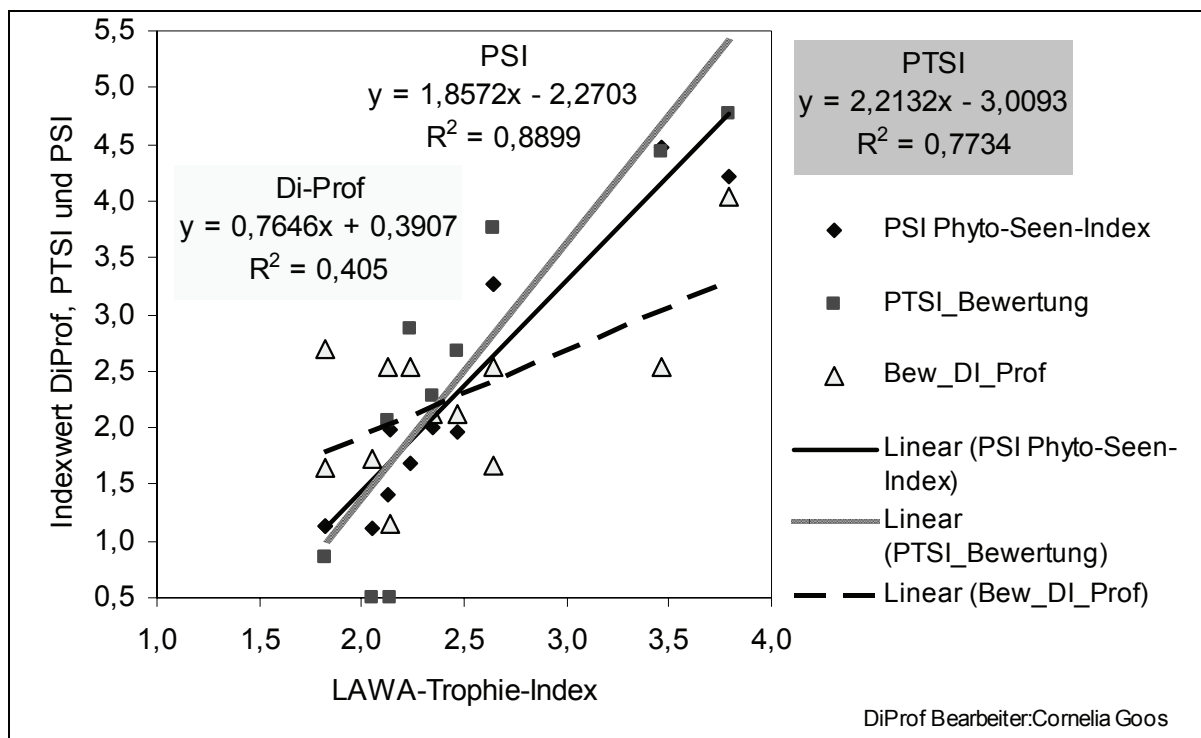


Abbildung 27: Bewertungen nach DI-PROF, PSI und PTSI ohne planktische Diatomeenpräparate für Seen des Seetyps 10 aufgetragen entlang der Belastungsgröße LAWA-Trophie-Index.

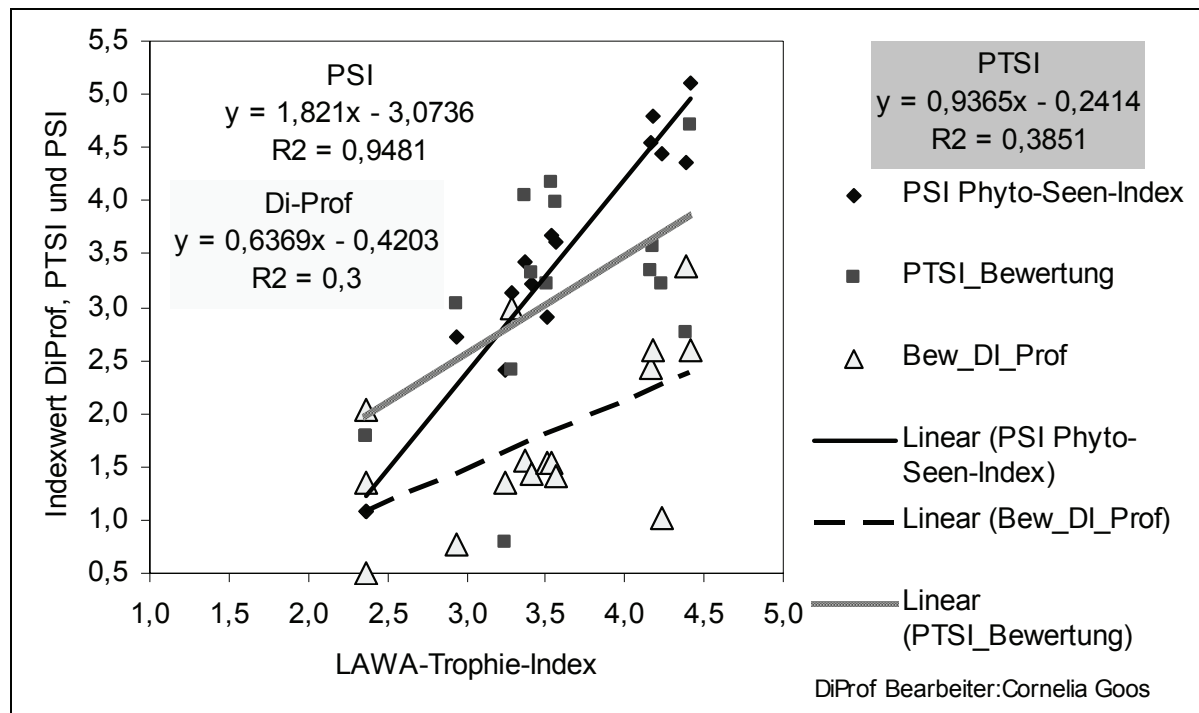


Abbildung 28: Bewertungen nach DI-PROF, PSI und PTSI ohne planktische Diatomeenpräparate für Seen des Seetyps 11.2 aufgetragen entlang der Belastungsgröße LAWA-Trophie-Index.

Die DI-PROF-Bewertung ist in diesem Testdatensatz nur gering zur Belastungsgröße korreliert, während die Gesamtbewertung nach dem PSI stark korreliert ist. Auch der PTSI als Einzelmetric ist ohne die Taxa des Diatomeenpräparates im Seetyp 10 gut zur Belastung korreliert ($R^2 = 0,79$), jedoch nur sehr schwach in den Flachseen (Typ 11.2). Letzteres trifft auch für den weitaus größeren Testdatensatz der Gesamtdatenbank zu. Im Verhältnis zum PSI und PTSI bewertet der DI-PROF die Flachseen zudem weitaus milder (s. tiefer liegende Anstiegsgerade in Abbildung 28). Dies beruht wahrscheinlich auf die für den DI-PROF eutropher angenommene Referenztrophy in diesem Seetyp.

Im Fazit kann aus den Auswertungen der vorliegenden Testwerte geschlossen werden, dass die Einbeziehung des DI-PROF's keinen stabilisierenden Effekt auf die Gesamtbewertung ausübt. Im Fall der Flachseen würde zudem die Bewertung deutlich milder ausfallen. Zumindest für die Flachseen mit einer hydrologischen Wasseraufenthaltszeit von $< 0,1$ a, welche damit dem europäischen Interkalibrierungsseetyp L CB2 entsprechen, würde eine solche mildere Bewertung außerdem nicht den Ergebnissen der Interkalibrierung entsprechen (Milestone 6 report June 2007).

6.2 Betrachtungen zur Kompatibilität des DI-PROF zum bestehenden Bewertungssystem Phytoplankton in Seen

Mit den hier im Weiteren dargestellten Analysen, sollte geprüft werden, ob der DI-PROF ein obligater Bestandteil des Gesamtverfahrens werden soll. Da die Analyse von Diatomeenpräparaten aus 6 Pelagialproben mit dem neuen Verfahren zukünftig nicht mehr zwingend gefordert wird (s. Kapitel 5.5), könnte der DI-PROF die Bewertungslücke, die durch die Nichtbestimmung einiger als wichtig erachteten centrischen Diatomeen entsteht, geschlossen werden.

Andererseits beruht der DI-PROF auf Subfossilien, die bereits weitere Umsetzung in der Nahrungskette (Fraß durch Zooplankton) und durch Lysis (Auflösung der Schalen) erfahren haben. Damit ist ein Biomassebezug, wie er in den anderen Kenngrößen des Verfahrens beinhaltet ist, nicht gegeben. Zudem haben die Ablagerungen, die sich in der obersten 1 cm-dicken Auflage der Sedimente finden, keinen klaren Zeitbezug zu einem Bewertungsjahr. Nach Schönfelder (2006) reflektieren die Diatomeenreste die Zusammensetzung der letzten 2–3 Jahre vor Beprobungstermin. Dies ist abhängig von der Sedimentationsrate und den weiteren Umsetzungsprozessen im See, welche nach Literaturangaben erheblich unterschiedlich ausfallen können. Nach den publizierten Sedimentationsraten ist es im Extrem möglich, dass die DI-PROF-Probe nur einem Jahr und andererseits mehr als 10 Jahren entsprechen kann. Bekanntlich kann die Zusammensetzung der Diatomeen von Jahr zu Jahr zudem erheblich schwanken und durch andere Taxa dominiert werden, so dass eine Vermischung in der DI-PROF-Probe erfolgt. Eine erste wissenschaftliche Untersuchung dazu wurde an einigen Seen des Scharmützelseen-Gebietes begonnen.

Eine 1:1-Zuordnung eines PSI-Ergebnisses oder des Jahrestrophiewertes nach dem LAWA-Verfahren (1999) aus dem Beprobungsjahr des DI-PROF zur DI-PROF-Note ist demnach nur eingeschränkt zulässig. Für eine Auswertung zur Überprüfung einer möglichen Integration des DI-PROF in die Gesamtbewertung des Phytoplanktons ist dies aber erforderlich.

Konzeptionell unterschiedlich zu den anderen Phytoplankton-Kenngrößen wurde der DI-PROF anhand der TP-Jahresmittelwerte kalibriert. Dies ist problematisch, wenn damit auch NICHT-P-begrenzte Situationen bewertet werden müssen. Eine Limitation der Diatomeen tritt auch bei Mangel an gelöstem Stickstoff (DIN) und Silizium (SRSi) auf. Es wirken bei Diatomeen N-limitierte Bedingungen anders als bei anderen Gruppen, welche zum Teil gerade dann besondere Dominanzen erreichen können (Blaualgen etc.). Aus dieser Entkoppelung ergibt sich, dass der DI-PROF keinen Zusammenhang zu Blaualgen-Dominanzen zeigt (Abbildung 29).

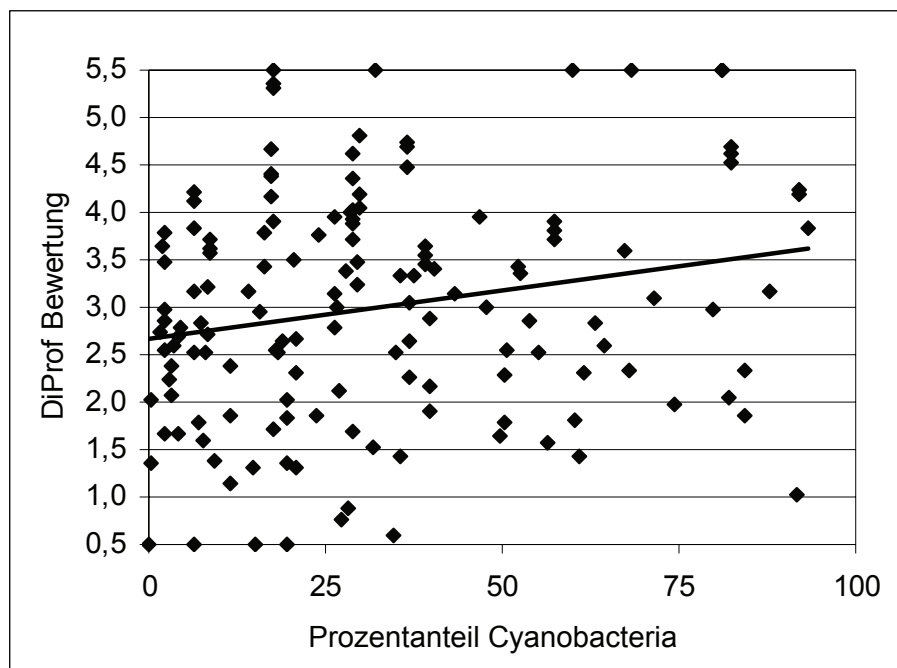


Abbildung 29: DI-PROF-Bewertungsnoten im Vergleich zum Dominanzwert der Cyanobacteria im Pelagial.

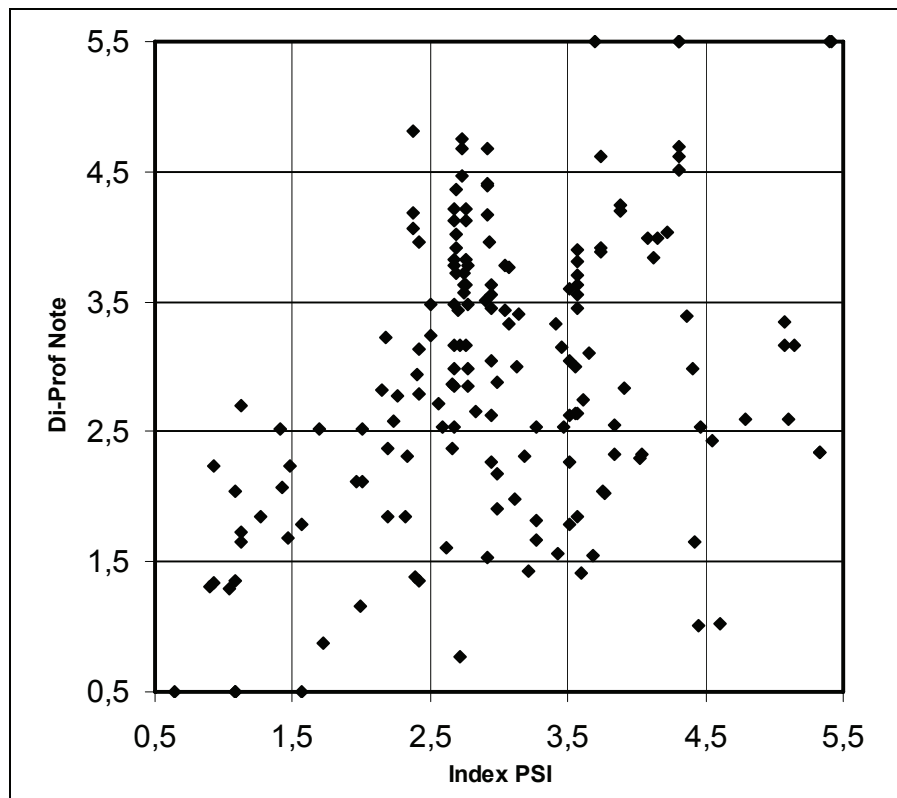


Abbildung 30: Gegenüberstellung von 148 DI-PROF-Bewertungen mit der dazugehörigen PSI Wertung. Für beide Achsen gilt: 0,5–1,5 gleich „sehr guter Zustand“; > 1,5–2,5 gleich „guter Zustand“ usw.

Weiterhin ergibt sich aus den diversen methodischen und konzeptionellen Gründen, dass die gleichen Seen mit den DI-PROF und dem PSI häufig sehr unterschiedlich bewertet werden (Abbildung 30).

Bei 148 DI-PROF-Ergebnissen sahen sowohl der DI-PROF als auch der PSI für 24 Seen übereinstimmend keinen Handlungsbedarf (Zustand sehr gut oder gut; 16%).

Zusätzlich sah der DI-PROF für 25 weitere Seen keinen Handlungsbedarf, der PSI für 13 andere weitere Seen. Die Übereinstimmung liegt folglich unter 50%. Im Resultat ist der DI-PROF mit der Ausweisung von 33% aller Seen als „ohne Handlungsbedarf“ weniger streng als der PSI (26%). Besonders gravierend ist, dass von 110 Seen mit Handlungsbedarf nach PSI, der DI-PROF für 23% dieser Seen keinen Handlungsbedarf sieht.

Um zu überprüfen, ob der DI-PROF möglicherweise besonders in Situationen von Blaualgen-Dominanzen zu einer stark vom LAWA-Trophie-Indexwert abweichenden Bewertung kommt, bedarf es weiterer Analysen in zukünftigen Projekten.

6.3 Überprüfung des Bewertungsbeitrages des DI-PROF entlang zunehmender Trophie

Als Voraussetzung für einen obligaten Bestandteil, sollte die Abhängigkeit der DI-PROF-Bewertungsnote von der Belastungsgröße „Trophie“ geprüft werden. Der Prüfdatensatz ist zu etwa einem Drittel nicht Teil des Eichdatensatzes des DI-PROF und damit ein unabhängiger Datensatz.

Zur Berechnung der DI-PROF-Note aus Rohdaten (Dominanzwerte von Taxa aus einer Probe) wurde nach der Verfahrensbeschreibung von Schönfelder (2006) ein einfaches Berechnungsprogramm, „DiProf_Berech.mdb“ für eine automatisierte Auswertung im vorliegenden Projekt programmiert. Für dieses Programm steht nun auch eine Formatvorlage in Excel zur Verfügung. Die Taxa werden, wie durch die meisten biologischen Diatomeenbearbeiter bereits praktiziert, über die DV-Nummern der Liste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003; Internetversion März 2007) kodiert. Die Ergebnisse des Programms wurden anhand eines durch Ilka Schönfelder übermittelten Testdatensatz auf Richtigkeit überprüft. Es ergaben sich daraus kleinere Korrekturen und Erweiterungen der Indikatortaxa z.B. eine Erweiterung um alle vorkommenden Sippen von *Aulacoseira islandica*.

Neu festgelegt wurde von Ilka Schönfelder (pers. Mittl.) auch eine Liste aller als „planktische Diatomeen“ zu betrachtenden Taxa, die als Rohfassung von Mischke vorgeschlagen wurde. Andere Taxa werden nun nicht mehr in den Dominanzwert des DI-PROF einbezogen. Die korrigierte Liste ist Bestandteil des Auswertungsprogramms und enthält darüber hinaus alle weiteren in der DV-Liste geführten Diatomeentaxa, so dass eine automatische Sortierung der Taxa und automatisierte Neuberechnung der Dominanzwerte erfolgt.

Da diese letzten Änderungen der Taxa-DI-PROF-Definitionen erst nach Abschluss der folgenden Auswertungen vorlagen (06.08.2007 Schönfelder pers. Mittl.), ergeben sich kleinere Abweichungen zu den neuen korrigierten DI-PROF Bewertungen. Eine lineare Regressionsanalyse der 180 Werte ergab ein Bestimmtheitsmaß von 0,9944. Bei 30 Proben ergab sich eine Abweichung zwischen den beiden Bewertungswerten um mehr als 0,09, doch nur für 4 Seen veränderte sich die Bewertungsnote um eine Note. Damit kann insgesamt geschlossen werden, dass auch mit den unkorrigierten DI-PROF-Bewertungen die weiteren Analysen durchgeführt werden können.

Es wurden insgesamt 195 DI-PROF-Bewertungsnoten aus den übermittelten Rohdaten aus dem Praxistest der Bundesländer Schleswig-Holstein, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern mit dem Programm DiProf-Berech berechnet. Weitere DI-PROF-Daten wurden in Berlin (Beulker 2007) ermittelt, konnten jedoch leider aus zeitlichen Kapazitätsgründen nicht mehr einbezogen werden.

Im Messprogramm von Schleswig-Holstein wurden teils 3 Einzelproben je See beauftragt und durch Coring & Bäche (2006) ermittelt. Es ist positiv festzustellen, dass Mehrfach-Profundalbeprobungen zu vergleichbaren DI-PROF-Noten führen.

Die verfügbaren DI-PROF-Ergebnisse wurden zu den PTI-Ergebnissen und zu den LAWA-Index-Werten vom Jahr der Beprobung und falls vorhanden, auch zum Vorjahreswert verknüpft. Deshalb sind Mehrfachwertungen möglich. Da nicht immer Trophie-Daten zu den verfügbaren DI-PROF-Bewertungen vorhanden waren, schränkt sich die Anzahl an Testdaten auf 180 ein, die von 137 Seen stammen. Davon fallen 34 Seen mit Mehrfachproben auf das Land Schleswig-Holstein, 42 Seen auf das Mecklenburg-Vorpommern und 61 Seen auf Brandenburg.

Die Belastungsanalysen basieren auf Seetyp-spezifische Regressionsanalysen zum trophischen Zustand der Seen (LAWA-Index; 1999 unter Verwendung des Ist-Wertes). Es wurden Grafiken mit Indexwerte des DI-PROF's und des PTI's entlang der LAWA-Trophie-Skala Seetyp-spezifisch erstellt (Abbildung 32), um direkt die Streuung der Daten erkennen und Ausreißer-Werte identifizieren zu können.

Durch den um Ergebnisse aus Brandenburg und Schleswig-Holstein erweiterten Datensatz ergeben sich andere Regressionskoeffizienten des PSI zum LAWA-Index als unter Kapitel 7.2. Auch sind die Regressionen hoch sensitiv für einzelne Ausreißerwerte. Diese wurden anhand des Erwartungswertes identifiziert, die sich aus dem LAWA-Trophie-Index des Sees ergeben. Demnach werden der Baalsee, Malliner-/Krukower See, Tetzensee, Sumpfsee, Hofsee Speck und Hemmelsdorfer See, tiefste Stelle mit den DI-PROF als sehr gut oder gut bewertet, obwohl deren Trophie, gemessen anhand des LAWA-Trophie-Ist-Wertes (3,2–4,6), weit von der Referenztrophie entfernt ist. Andererseits werden die Seen Tresdorfer See, Nienendorfer Binnensee, Feisnecksee und Wardersee durch den DI-PROF extrem streng, also schlecht bewertet trotz mäßiger oder guter Trophie.

Weiterhin wurde eine Spearman-Rangkorrelationsanalyse (bivariat; Signifikanzlevel bei 0,01) zu den Daten durchgeführt, da die Daten nicht gleich verteilt auf den Trophiebereich sind. Es erfolgte eine Analyse zu den als Belastungsanzeiger nutzbaren Parametern „LAWA-Index-Ist-Wert“, Konzentration des Gesamtphosphors (TP), des Chlorophyll a als Saisonmittel und Chlorophyll a-Jahresmaximum der Metrics Biomasse, Algenklassen (AK), Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) und zum DI-PROF (s. Tabelle 6-1). Hier wurden die Seensubtypen nach dem Phytoplankton-Bewertungsverfahren zu Grunde gelegt.

Für manche Seetypen ist die Stichprobe für die Analyse mit der Spearman-Rangkorrelation mit nur 13 oder 16 Fällen etwas klein (s. Tabelle 6-1). Hier wird häufiger das Signifikanzniveau nicht erreicht und einzelne Seenergebnisse sowie Ausreißer haben größere Einflussmöglichkeiten auf die Korrelation. Dennoch kann ein Überblick über die Stärken und Schwächen der Einzel-Metrics in dem noch kleinen Vergleichsdatsatz gewonnen werden.

Tabelle 6-1: Spearman-Rangkorrelation (bivariat; Signifikanzlevel bei 0,01) zwischen Belastungsparametern und den Metrics.

Seetyp	Kenngrößen/Metrics	Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten*				Stichprobe n =
		Biomasse-Metric**	Algenklass.-Metric	PTSI-Metric	DI-PROF-Metric	
10.1	LAWA-Index	0,95	0,49	0,73	0,61	34
10.1	Gesamtposphor	0,53	0,32	0,49	0,52	34
10.1	Chl a-Vegetationsmittel	0,95	0,36	0,61	0,42	34
10.1	Chl a-Jahresmaximum	0,94	0,37	0,63	0,41	34
11.1	LAWA-Index	0,79	0,90	0,81	0,23	16
11.1	Gesamtposphor	0,26	0,39	0,51	0,36	16
11.1	Chl a-Vegetationsmittel	0,93	0,88	0,68	0,40	16
11.1	Chl a-Jahresmaximum	0,79	0,68	0,75	0,10	16
11.2	LAWA-Index	0,96	0,42	0,68	0,69	21–22
11.2	Gesamtposphor	0,87	0,31	0,60	0,88	21–22
11.2	Chl a-Vegetationsmittel	0,97	0,39	0,79	0,69	21–22
11.2	Chl a-Jahresmaximum	0,91	0,28	0,69	0,79	21–22
12	LAWA-Index	0,87	0,46	0,68	0,47	16
12	Gesamtposphor	0,41	0,02	0,54	0,59	16
12	Chl a-Vegetationsmittel	0,91	0,51	0,62	0,37	16
12	Chl a-Jahresmaximum	0,89	0,43	0,64	0,44	16
13	LAWA-Index	0,82	0,25	0,71	0,77	21
13	Gesamtposphor	0,38	0,75	0,55	0,27	21
13	Chl a-Vegetationsmittel	0,85	0,23	0,71	0,70	21
13	Chl a-Jahresmaximum	0,82	0,38	0,26	0,39	21
14	LAWA-Index	-0,04	-0,23	0,92	0,12	13
14	Gesamtposphor	0,01	-0,18	0,93	-0,13	13
14	Chl a-Vegetationsmittel	0,68	0,47	0,13	0,71	13
14	Chl a-Jahresmaximum	0,88	0,62	0,28	0,46	13
	<i>Mittelwert</i>	<i>0,72</i>	<i>0,40</i>	<i>0,62</i>	<i>0,47</i>	

* Markierungen: hellgrau = Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 0,01 und 0,05, dunkelgrau = Irrtumswahrscheinlichkeit > 0,05 und nicht signifikant. Ohne Farbe: Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,01.

** Autokorrelation mit LAWA-Index wegen gemeinsamer Kenngröße Chlorophyll a sowie mit den getesteten Chlorophyll-Kenngrößen.

Für den Phytoplankton-Subtyp 10.2 war die Stichprobe mit $n = 5$ definitiv zu klein für eine statistische Auswertung mit einer Korrelationsanalyse. In der Abbildung 31 wird deutlich, dass in diesem Seetyp der DI-PROF nicht auf eine Zunahme der Trophie, der Algenklassen-Metric schwach und der Biomasse- und der PTSI-Metric zuverlässig reagieren.

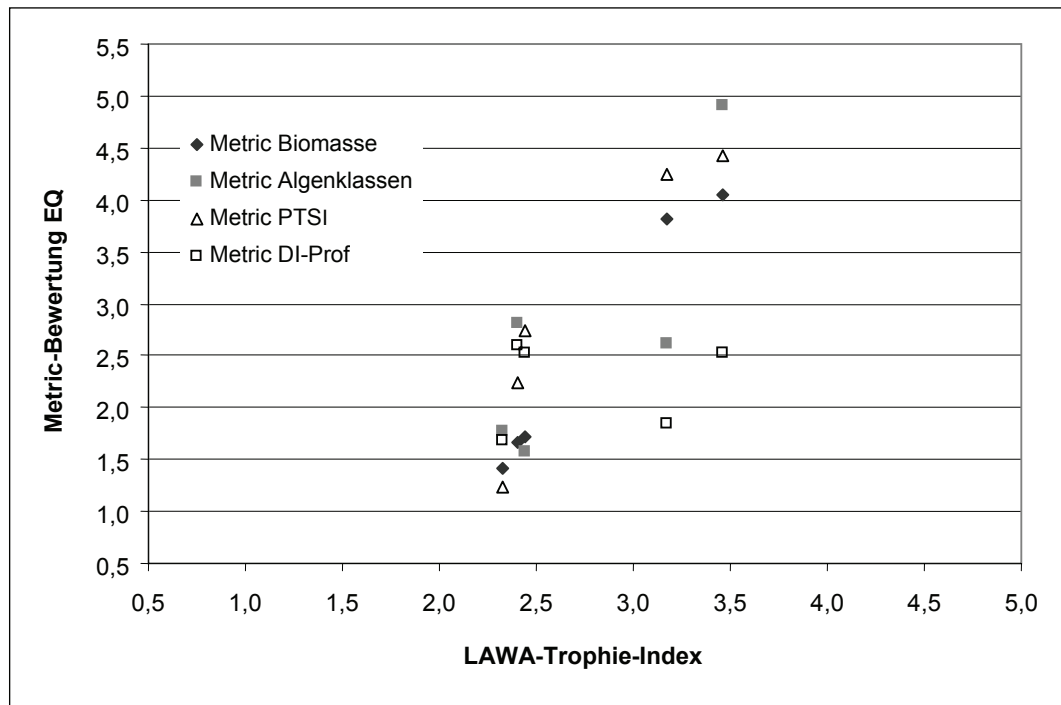


Abbildung 31: Metricergebnisse im Seetyp 10.2 ($n = 5$) im Trophiespektrum ausgedrückt mit dem LAWA-Trophie-Index des entsprechenden Seenjahrens.

Fazit zur Rangkorrelationsanalyse mit dem Metric DI-PROF (s. Tabelle 6-1):

Die beste Korrelation besitzt der Biomasse-Metric (Vorsicht Autokorrelation mit Chlorophyll a) und der PTSI. Der Algenklassen- und der DI-PROF-Metric weisen in vielen Fällen eine schwache oder keine Korrelation zu den getesteten Trophiekenngößen auf.

Am besten reagiert der DI-PROF auf den LAWA-Trophie-Index im Seetyp 13.

In den sehr flachen polymiktischen Seen im Tiefland 11.2 ist die Spearman-Rangkorrelation zwischen DI-PROF und LAWA-Trophie sowie zu TP ebenfalls gut. Die Anzahl an extremen Ausreißern ist jedoch erheblich, was in Abbildung 32 mit den Regressionsbetrachtungen gezeigt werden kann.

Die Rang-Korrelationen des DI-PROF zu seiner Eich- und Bezugskenngöße Gesamtphosphor sind nicht stärker ausgeprägt als zu den anderen Trophie-Kenngößen.

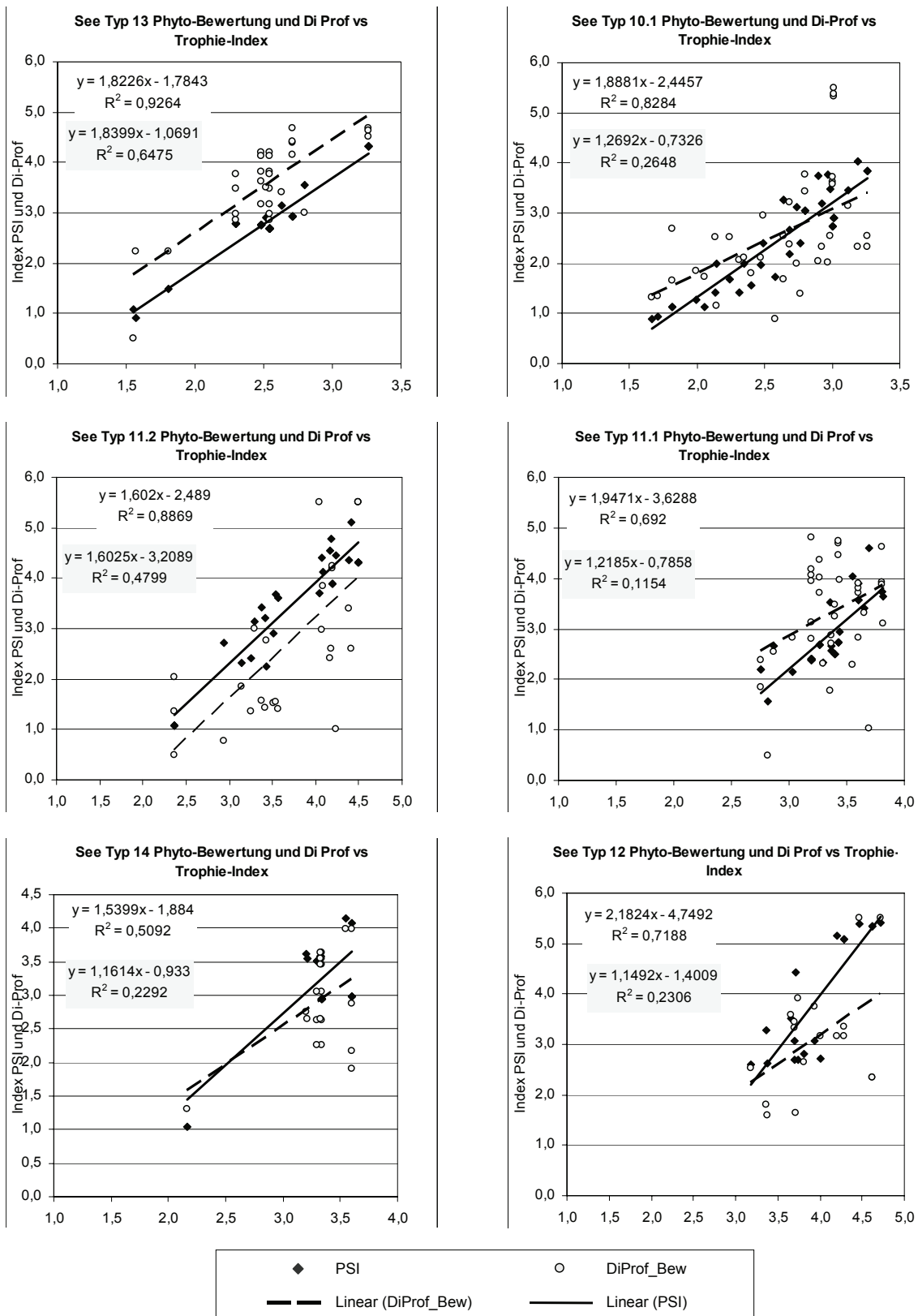


Abbildung 32: Darstellung der DI-PROF- und der PSI-Bewertungen entlang des LAWA-Trophie-Index (x-Achse) des Beprobungsjahrs der Seen aufgetrennt nach den Seetypen. Die Funktion der Korrelationsgerade und der Regressionskoeffizient zum LAWA-Index sowie die Index-Werte sind für den DI-PROF als gestrichelte Linie bzw. hellgrau hervorgehoben.

7 Neufestlegung der Gewichtung der Metrics Biomasse, Algenklassen und PTSI für die Gesamtbewertung je Seetyp

Im Verfahrensentwurf von Nixdorf et al. (2005b) wurde vorgeschlagen, die Bewertungsergebnisse der Teilmetrics Biomasse, Algenklassen und PTSI je nach Gewässertyp unterschiedlich zu gewichten. Dieser Vorschlag für eine Gewichtung soll hier für die Bewertungsergebnisse des neuen Verfahrens und unter Einbeziehung der neuen Praxistestdaten überprüft werden.

Zur Beschreibung der Belastungsskala wird bei dieser Analyse der LAWA-Trophie-Index genutzt. Der LAWA-(Trophie)-Index (LAWA 1999) bewertet die Seen nach der TP-Konzentration während der Vollzirkulation, dem Mittelwert der Chlorophyll a- und Gesamtposphorkonzentration und der Secchi-Sichttiefe im Zeitraum Mai bis Oktober (Chl a und SD ohne Klarwasserstadium).

Für die vorliegende Analyse wurden solche Seenjahre herausgefiltert, für die ein belastbarer Trophie-Index vorliegt und genügend Indikatortaxa für eine Bewertung mit dem PTSI ermittelt wurden.

Es wurden zweierlei Betrachtungen Seetyp-spezifisch angestellt:

- a) Bestimmung des Bestimmtheitsmaßes bei einfacher linearer Korrelationsbetrachtung unter Einbeziehung möglichst vieler Daten entlang des LAWA-Index-Ist-Wert.
- b) Rangkorrelationsanalyse unter Einbeziehung ausschließlich solcher Seenjahre, mit belastbaren Trophiedaten

Als belastbare Trophiedaten gelten: genügend Einzeltermmessungen (> 3) und mindestens 2 zugrunde liegende Parameter (> 1), d.h. mindestens Chl a plus TP oder mindestens Chl a plus Sichttiefe etc.

Das Bestimmtheitsmaß der linearen Regressionsanalyse als auch der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient wurden zur Auswahl der Gewichtungswerte herangezogen. Dieser Erstentwurf wurde anschließend optimiert, indem erneut die gleichen statistischen Größen für die resultierende Gesamtbewertung unter Einbeziehung aller drei Einzelmetrics und ihrer Faktoren mehrfach iterativ bestimmt wurden, bis die beste Korrelation erzielt wurde.

7.1 Bewertung der Seen der Alpen und Voralpen linear korreliert zum LAWA-Trophie-Index

Die Korrelationsbetrachtungen der Einzelmetrics zum LAWA-Index ergaben Folgendes:

Der Biomasse-Metric sollte erwartungsgemäß sehr gut zum LAWA-Trophie-Index korrelieren, da er den Einzelparameter Chlorophyll a-Konzentration mit ihm teilt.

Diese Annahme wird nur für den Seetyp 2+3 mit einem Korrelationskoeffizienten um 0,8 bestätigt, bei den Alpenseen (Typ 4) liegt er deutlich darunter. Wie bereits in anderen Auswertung auffällig, ist dafür zum einen die sehr geringe Korrelation zwischen Chlorophyll a und Gesamtbiovolumen in dieser Ökoregion verantwortlich, als auch die allgemein geringe Biomasse-Reaktion des Phytoplanktons auf Trophieänderungen im LAWA-Trophie-Index-Bereich von 1–2, der aber bereits mehrere ökologischen Zustandklassen dieser Seen umfasst.

Die Änderungen bei Trophiebelastung sind stärker in der taxonomischen Zusammensetzung durch Verlust oligotropher Phytoplanktonarten zu finden (s. PTSI; 5.4.2).

Durch Einbeziehung der Parameter Chlorophyll a Saisonwert und Max-Wert konnte die Korrelation gegenüber dem bisherigen Verfahrensentwurf jedoch insgesamt stark verbessert werden, sodass der Biomasse-Metric eine stärkere Gewichtung als zuvor im PSI erhält.

Der Algenklassen-Metric ist für Seetyp 2+3 gut und für Seetyp 4 mäßig korreliert. Der Algenklassen-Metric hat demnach für die Gesamtbewertung eine nicht unerhebliche Bedeutung.

Der PTSI korreliert zum LAWA-Index gut bis sehr gut, und ergänzt sich zudem gut mit den anderen Metrics, da er in Fällen unplausibler Ergebnisse verursacht durch die Biomasse diese korrigiert. Er geht in die Gesamtbewertung in den Alpenseen (Typ 4) deshalb mit einer starken Gewichtung ein.

Je nach Güte der Korrelation wurden anschließend Gewichtungsfaktoren getestet, bis die Korrelation der Gesamtbewertung optimal bei Einbeziehung aller drei Einzelmetrics zur Belastung korrelierte.

Durch die neue Metric-Gewichtung (2;1;2 zuvor 1;2;2 für Seetyp 2+3 und 2;1;4 zuvor 1;2;4 für Alpenseen) konnte die Korrelation des PSI zum LAWA-Index deutlich verbessert werden. Sie ist für den PSI höher als die seiner Einzelmetrics (s. Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Bestimmtheitsmaß (R^2) bei linearen Korrelationsbetrachtungen der Metrics und des PSI zum LAWA-Trophie-Index in den Seen der Alpen und Voralpen und die neuen Gewichtungsfaktoren /Faktor Neu) zur Einberechnung in den PSI.

Metrics:	PSI	Biomasse	Algenklassen	PTSI
Typ 2+3	0,85	0,79	0,67	0,77
Faktor Neu		2	1	2
Typ 4	0,73	0,60	0,49	0,65
Faktor Neu		2	1	4

7.2 Spearman-Rangkorrelation zur Ermittlung der Gewichtungsfaktoren für die Bewertung der Alpen- und Voralpenseen

Da die Daten entlang der Trophieskala nicht gleich verteilt sind, wurde zusätzlich mit Hilfe der Spearman-Rang-Korrelation analysiert, welcher der drei Einzelmetrics mit den trophischen Belastungsgrößen am besten korreliert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7-2 zusammengefasst.

Im Fazit kann nach der Rangkorrelationsanalyse für Seen der Alpen und Voralpen geschlossen werden:

- In nahezu allen Fällen ist der Gesamtindex PSI höher als die Einzelmetrics zu den Belastungsgrößen LAWA-Index und Gesamtposphor (TP) korreliert. Alle Ergebnisse sind höchst signifikant und die Bewertung in dieser Seengruppe kann als sehr zuverlässig angesehen werden.

Tabelle 7-2: Spearman Rangkorrelation zwischen den Einzelmetrics sowie dem Gesamtindex und den Belastungskenngrößen Gesamtposphor (TP-Saisonmittel) und Trophie-Index nach LAWA. Datensatz Alpen und Voralpen.

Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten*						
Seetyp	Kenngrößen/ Metrics	Biomasse- Metric	Algenklass. Metric	PTSI- Metric	PSI- Gesamt- index	Stichprobe n =
1, 2, 3	LAWA-Index	0,91	0,86	0,91	0,94	71
4	LAWA-Index	0,76	0,63	0,74	0,81	101
	<i>Mittelwert</i>	<i>0,83</i>	<i>0,75</i>	<i>0,82</i>	<i>0,88</i>	
1, 2, 3	TP	0,70	0,81	0,85	0,82	71
4	TP	0,55	0,74	0,77	0,82	101
	<i>Mittelwert</i>	<i>0,62</i>	<i>0,78</i>	<i>0,81</i>	<i>0,82</i>	

* alle Korrelationen waren höchst signifikant.

- Die Bewertung der Voralpenseen (Typ 1–3) besitzt deutlich höhere Korrelationen als die der tiefen Alpenseen (Typ 4).
- Im Gesamtüberblick korreliert der PTSI am besten mit den getesteten Trophiekenngrößen, danach folgen der Biomasse- und der Algenklassen-Metric und zuletzt der Biomasse-Metric im Vergleich zum TP.

Dies stimmt sinngemäß und in seiner Reihenfolge mit den Ergebnissen der linearen Regressionsanalyse überein und führen zur Ableitung ähnlicher Gewichtungsfaktoren:

Während in Typ 1–3 der Algenklassen-Metric geringer gewichtet wird, als die anderen beiden sehr gut korrelierten Metrics, kommt in den Alpenseen (Typ 4) den Indikator taxa eine sehr hohe Gewichtung zu, um die geringere Korrelation vom Algenklassenmetrik und Biomasse-metric auszugleichen.

Abweichungen zwischen Rangkorrelationsanalyse und linearer Regressionsanalyse ergeben sich durch die leicht unterschiedliche Datenbasis und die unterschiedliche Berechnung der statistischen Größen.

7.3 Bewertung der Tieflandseen korreliert zum LAWA-Trophie-Index

Die linearen Korrelationsbetrachtungen der Einzelmetrics zum LAWA-Index ergaben Folgendes:

Der Biomasse-Metric sollte sehr gut zum LAWA-Trophie-Index korrelieren, da er den Einzelparameter Chlorophyll a-Konzentration mit ihm teilt.

Diese Annahme wird weitgehend durch das Bestimmtheitsmaß von $> 0,8$ für die lineare Regression bestätigt, allerdings liegt sie bei den Seetypen 12 und 11.1 deutlich unter diesem Wert.

Der Algenklassen-Metric ist für alle Seetypen gering korreliert. Bewertet man die Seen nur anhand des Algenklassenmetrics kommt es zu einer hohen Rate an Fehlbewertungen. Die Fehlbewertungsraten der Einzelkenngrößen (Cyanobakterien, Dinophyceen etc.) sind dabei höher als die des Gesamt-Algenklassen-Metric. Ein gutes Beispiel ist dafür die Bewertung für Seen des Typs 14. Erkennt man den LAWA-Index als Belastungsgröße an, ist eine gute Korrelation des Bewertungsverfahrens Phytoplankton zu ihm nur durch eine sehr geringe Gewichtung des Algenklassen-Metrics zu erreichen.

Der PTSI in den geschichteten Tieflandseen (10, 13) korreliert zum LAWA-Index sehr gut und ergänzt sich zudem gut mit den anderen Metrics.

Der PTSI in den polymiktischen Tieflandseen korreliert nur sehr gering (Typ 14, 11), und korreliert nicht im Typ 12 (Flusseen).

Tabelle 7-3: Bestimmtheitsmaß (R^2) bei linearen Kurvenanpassungen des Index-Wertes der Metrics und des PSI zum LAWA-Index-Wert und die neuen Gewichtungsfaktoren zur Einberechnung (Faktor Neu) in den PSI je Seetyp.

Seetyp	n	PSI	Biomasse	Algenklassen	PTSI
Typ 13	29	0,79	0,72	0,28	0,74
Faktor Neu			4	1	2
Typ 10	89	0,83	0,84	0,43	0,65
Faktor Neu			1	1	1
Typ 14	41	0,85	0,89	0,70	0,45
Faktor Neu			1	1	1
Typ11.2	78	0,82	0,82	0,51	0,37
Faktor Neu			4	2	1
Typ 12	56	0,60	0,67	0,34	0,09
Faktor Neu			4	2	1
Typ11.1	72	0,64	0,60	0,22	0,46
Faktor Neu			4	1	2

7.4 Spearman-Rangkorrelation für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren der Tieflandseenbewertung

Im Fazit der Rangkorrelationsanalyse der Tieflandseen ist der Gesamtindex in der Regel höher als die Einzelmetrics zu den Belastungskenngrößen korreliert. Dies bekräftigt nochmals die Verwendung eines multimetrischen Bewertungssystems.

Die besten Korrelationen zeigt der Biomasse-Metric gefolgt vom PTSI. Der Algenklassen-Metric weist insbesondere zur mittleren Gesamtphosphorkonzentration die schlechtesten Rangkorrelationen auf. Der Biomasse-Metric enthält in der überarbeiteten Version u.a. den

Parameter Chlorophyll, welcher im LAWA-Index ebenfalls mit hoher Gewichtung enthalten ist. Bei der Beurteilung sind diese autokorrelativen Effekte zu berücksichtigen.

Tabelle 7-4: Spearman Rang-Korrelation zwischen den Einzelmetrics sowie dem Gesamtindex und den Belastungskenngrößen Gesamtphosphor (TP-Saisonmittel) und Trophie-Index nach LAWA. Datensatz norddeutsches Tiefland.

Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten*						
Seetyp	Kenngrößen/ Metrics	Biomasse- Metric	Algenklass. Metric	PTSI- Metric	PSI- Gesamt- index	Stichprobe n =
10.1	LAWA-Index	0,92	0,54	0,79	0,90	58–66
10.2	LAWA-Index	0,94	0,71	0,80	0,91	25–27
11.1	LAWA-Index	0,76	0,54	0,60	0,80	61–89
11.2	LAWA-Index	0,90	0,72	0,58	0,91	74–96
12	LAWA-Index	0,83	0,65	0,34	0,79	46–61
13	LAWA-Index	0,84	0,58	0,88	0,89	61–71
14	LAWA-Index	0,90	0,74	0,68	0,86	40–44
	<i>Mittelwert</i>	<i>0,87</i>	<i>0,64</i>	<i>0,67</i>	<i>0,87</i>	
10.1	TP	0,64	0,42	0,58	0,67	58–66
10.2	TP	0,61	0,36	0,54	0,53	25–28
11.1	TP	0,52	0,07	0,55	0,49	61–89
11.2	TP	0,51	0,28	0,27	0,48	74–96
12	TP	0,38	0,12	0,32	0,30	46–61
13	TP	0,72	0,66	0,82	0,82	61–71
14	TP	0,74	0,57	0,59	0,70	40–44
	<i>Mittelwert</i>	<i>0,59</i>	<i>0,35</i>	<i>0,52</i>	<i>0,57</i>	

* Markierungen: hellgrau = Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 0,01 und 0,05, dunkelgrau = Irrtumswahrscheinlichkeit > 0,05 und nicht signifikant. Ohne Farbe: Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,01.

Die Korrelationen bei den polymiktischen Seen – Seetypen 11, 12 und 14 – sind im Mittel geringer als bei den geschichteten Seen – Seetyp 10 und 13. Die Flusseen – Typ 12 – sind mit den Bewertungsansätzen sicherlich am schwierigsten zu erfassen (Begründungen s. Kapitel 5.4.4).

8 Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse nach dem neuen Verfahren im Vergleich zum bisherigen Entwurf

In diesem Kapitel erfolgt eine Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse nach dem bisherigen Verfahren mit denen des neuen Verfahrensvorschlages.

Durchschnittlich und seetypübergreifend haben sich mit der Überarbeitung des Verfahrens seit 2005 die Bewertungsergebnisse verschärft (Abbildung 33). Während nach dem bisherigen Verfahren noch für 31% aller verfügbaren Seenjahre kein Handlungsbedarf bestand (sehr guter oder guter Zustand), weist das neue Verfahren nur noch 27% aller Seenjahre ohne Handlungsbedarf aus.

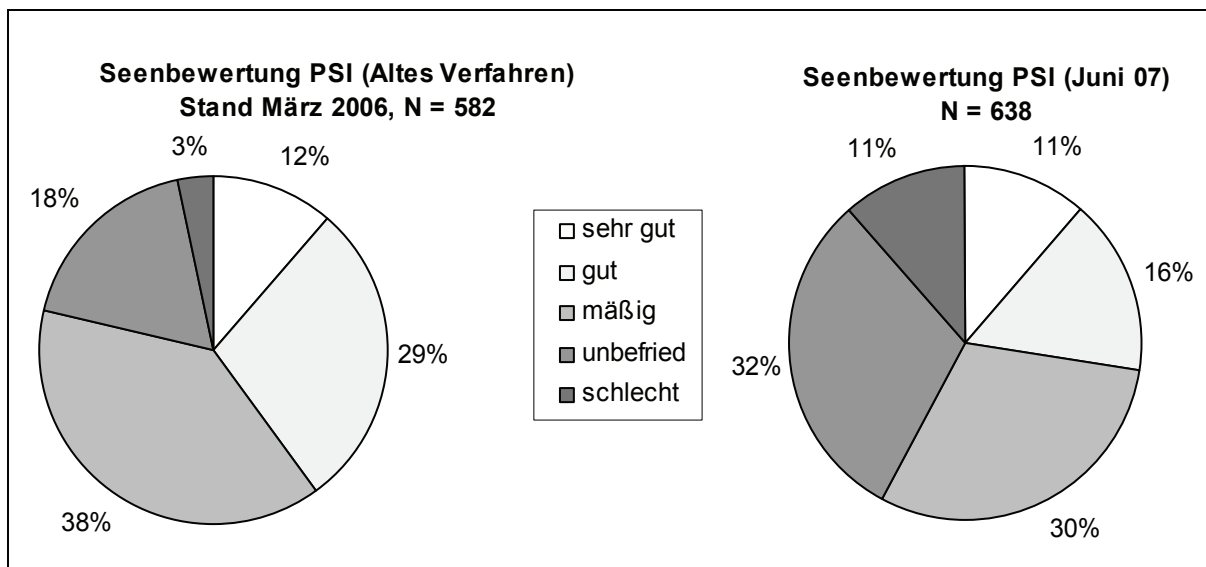


Abbildung 33: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse gestuft in den 5 vorgeschriebenen Zustandsklassen nach EG-WRRL nach dem bisherigen und dem neuen Verfahren mittels Phytoplankton für natürliche Seen.

Stellt man diesen Vergleich für die einzelnen Seetypen getrennt an, wird deutlich, dass sich die Bewertung für einzelne Seetypen besonders stark verschärft hat.

Zu Beginn werden die Tieflandseen und in einem weiteren Kapitel die Seen der Alpen und Voralpen abgehandelt. Die Darstellung für die Tieflandseen fällt deutlich ausführlicher aus, da hier durch den europäischen Interkalibrierungsprozess starke Verschärfungen der Grenzwerte erfolgt sind und die regionale Absicherung durch Referenzseen in Deutschland gering ist.

8.1 Veränderung der Bewertung bei den Tieflandseen

In Tabelle 8-1 wird der Prozentanteil der Bewertungsergebnisse für Seen gezeigt, die nach dem bisherigen und nach dem neuen Verfahren ohne Handlungsbedarf, also im sehr guten oder guten Zustand sind.

Die Verringerung des Prozentsatzes an Seen ohne Handlungsbedarf durch das neue Verfahren ist für den Seetyp 10.1 und 11.1 am stärksten (21–22%) und bei Seetyp 11.2, 12 und 13 am geringsten (7–8%).

Tabelle 8-1: Prozentanteil von Seen ohne Handlungsbedarf im Ergebnis der bisherigen und aktuellen Bewertungen je Seetyp.

	Typ 10.1	Typ 10.2	Typ 11.1	Typ 11.2	Typ 12	Typ 13	Typ 14
Neues Verfahren	47	35	19	18	3	39	22
Bish. Verfahren	68	52	41	25	10	47	35

In den Grafiken der Abbildung 34 werden diese Veränderung nochmals getrennt für die 5 verschiedenen Zustandsklassen und je Seetyp gruppiert dargestellt.

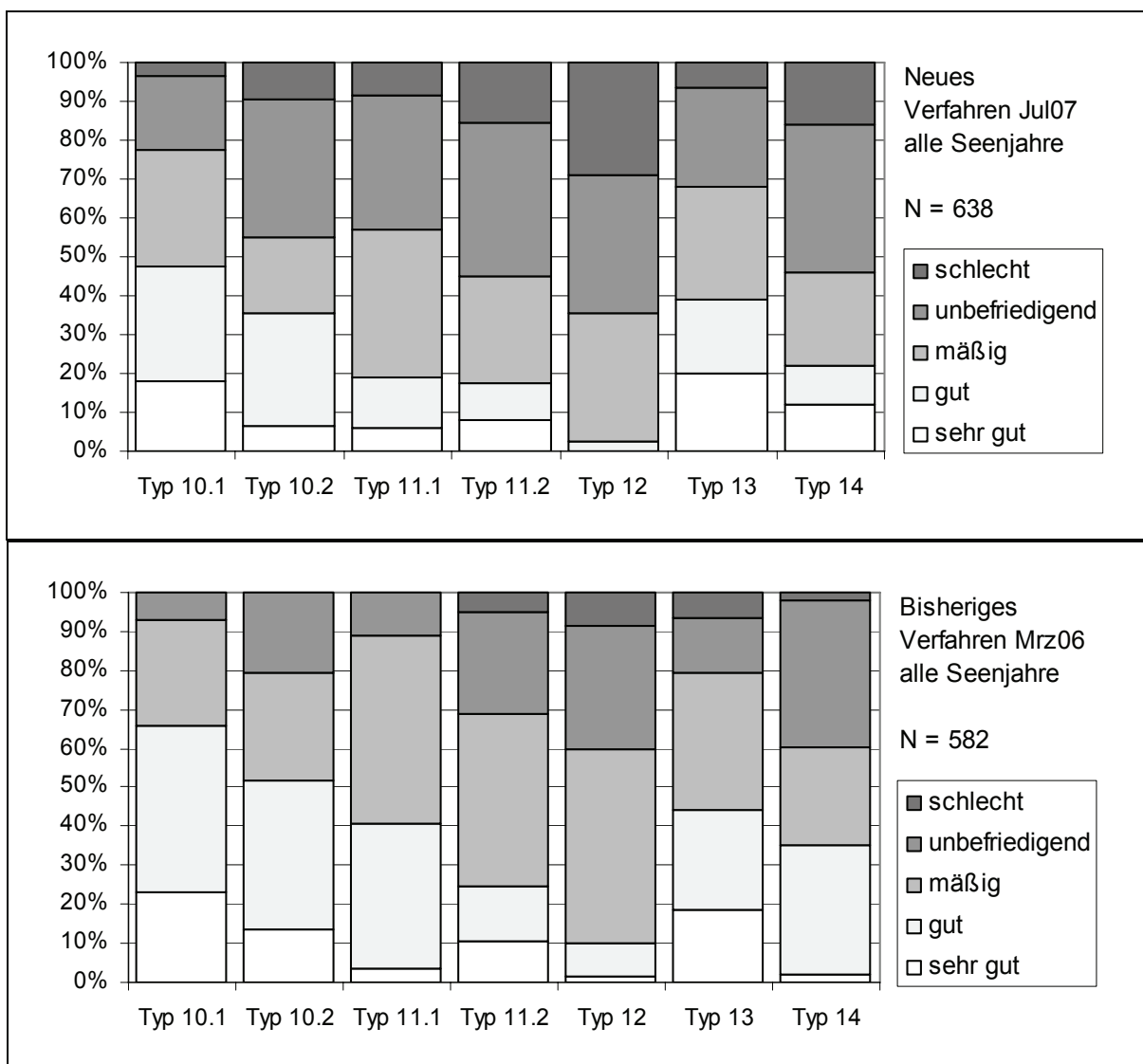


Abbildung 34: Verteilung der 5 Zustandsklassen in den deutschen Seetypen des Tieflandes nach dem Bewertungsverfahren Phytoplankton für natürliche Seen. Oben: Nach dem neuen Verfahren Juli 2007. Unten: Nach dem Verfahrensentwurf März 2006 (Nixdorf et al. 2006).

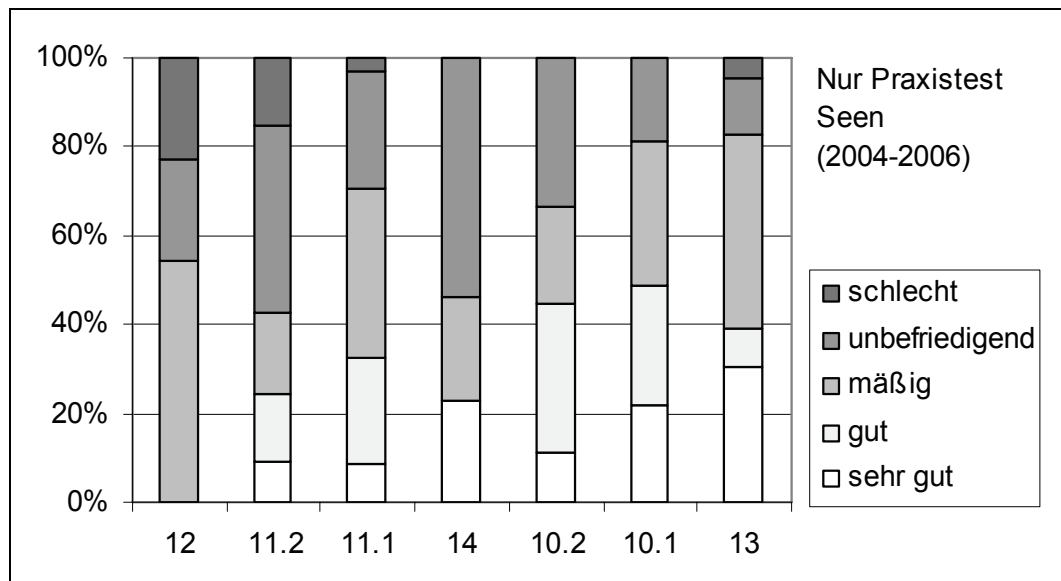


Abbildung 35: Verteilung der Zustandsklassen nach EG-WRRL in den deutschen Seetypen des Tieflandes (X-Achse) nach Bewertung mit dem aktuellen Phyto-See-Index (PSI).

Zusätzlich zu dieser Betrachtung auf Basis ausgewählter Seenjahre werden nachfolgend noch einmal alle Bewertungsergebnisse für alle Seenjahre nach dem neuen und dem bisherigen Verfahren entlang der LAWA-Trophie dargestellt (Abbildung 36).

Diese Bewertungsergebnisse wurden auch im Einzelnen gelistet für jedes Untersuchungsjahr am 27.7.07 an die Bundeslandvertreter im LAWA-AK-Seenbewertung zur Ansicht verschickt.

Es kann mit dem neuen PSI-Verfahren für alle Seetypen des Tieflandes eine erhebliche Verminderung der Streuung und Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes im Verhältnis zum LAWA-Index und im Vergleich zum bisherigen Verfahren erreicht werden.

Sehr anschaulich ist in Abbildung 36 auch die unterschiedliche Lage der Referenztrophy in den Seetypen erkennbar. Der gleiche LAWA-Indexwert bedeutet deshalb je nach Seetyp eine unterschiedliche Zustandsklasse nach dem PSI.

Idealerweise gäbe es keine unterschiedliche Steilheit der Regressionskurven, wenn die Grundannahme für das vorliegende Bewertungsverfahren 1:1 zuträfe, dass ein Anstieg des LAWA-Trophie-Indexwertes um 0,5 Einheiten eine Verschlechterung des PSI um eine Zustandsklasse bedeuten soll. Die bestehenden Unterschiede in der Steilheit sind durch die nicht idealerweise an den LAWA-Index angepassten Einzelmetrics des Verfahrens verursacht.

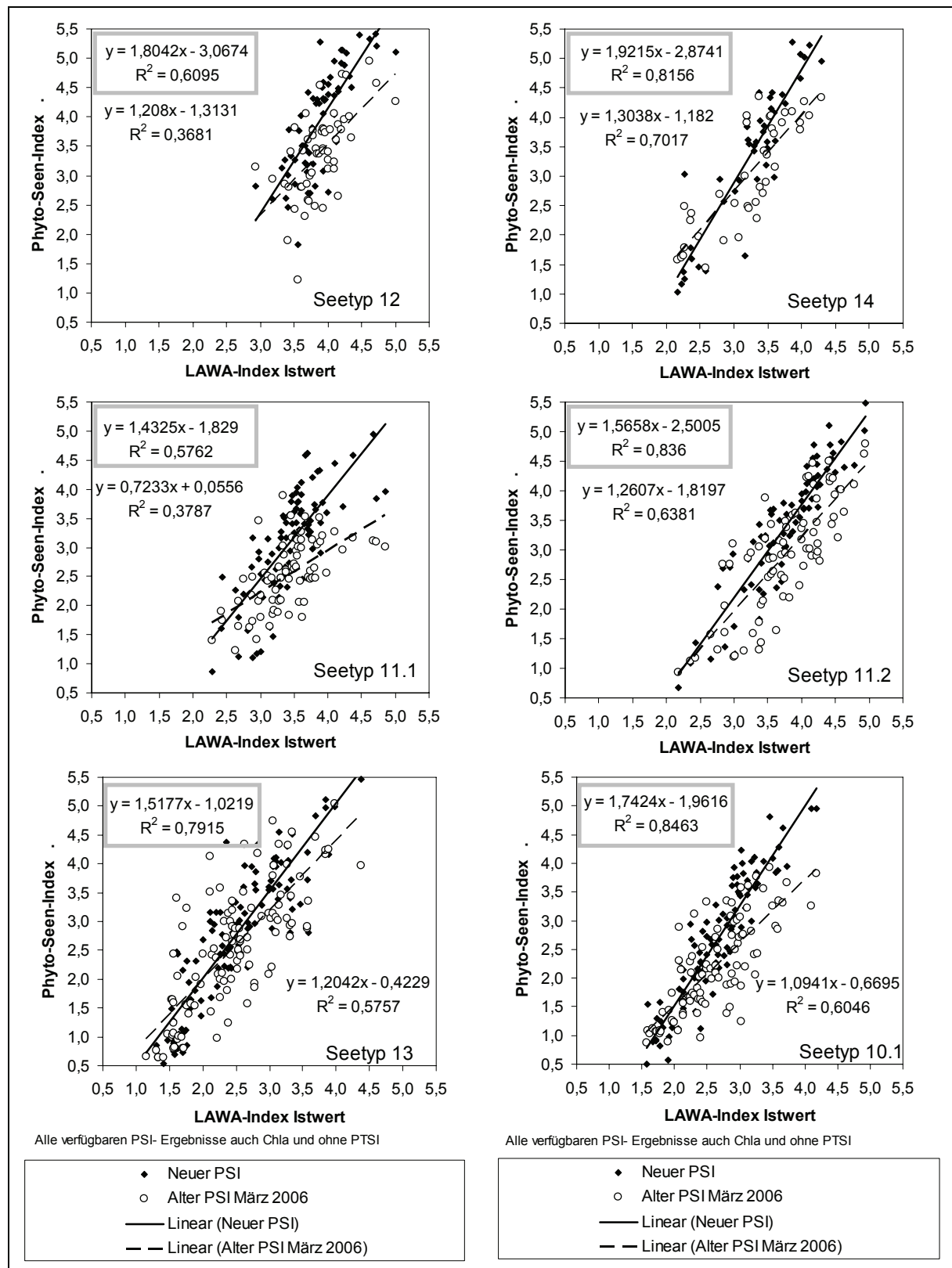


Abbildung 36: Darstellung der Gesamtbewertung für Tieflandseen (Seetyp 10.2 ist nicht dargestellt) nach dem PSI des bisherigen (Stand Mrz 06) und des neuen Verfahrens (Juli 07; Bestimmtheitsmaß im grauen Kasten) entlang dem Ist-Wert des LAWA-Index je See.

8.2 Veränderung der Bewertung der Seen der Alpen- und Voralpenseen

Die Veränderungen der Gesamtbewertung nach PSI sind mit dem neuen Verfahren für Seetyp 2 und 3 erheblich, doch für die Alpenseen (Seetyp 4) konnte das Bestimmtheitsmaß ebenfalls verbessert werden (Abbildung 37).

Diese Bewertungsergebnisse wurden auch im Einzelnen gelistet für jedes Untersuchungsjahr am 27.7.07 an die Bundeslandvertreter im LAWA-AK-Seenbewertung zur Ansicht verschickt.

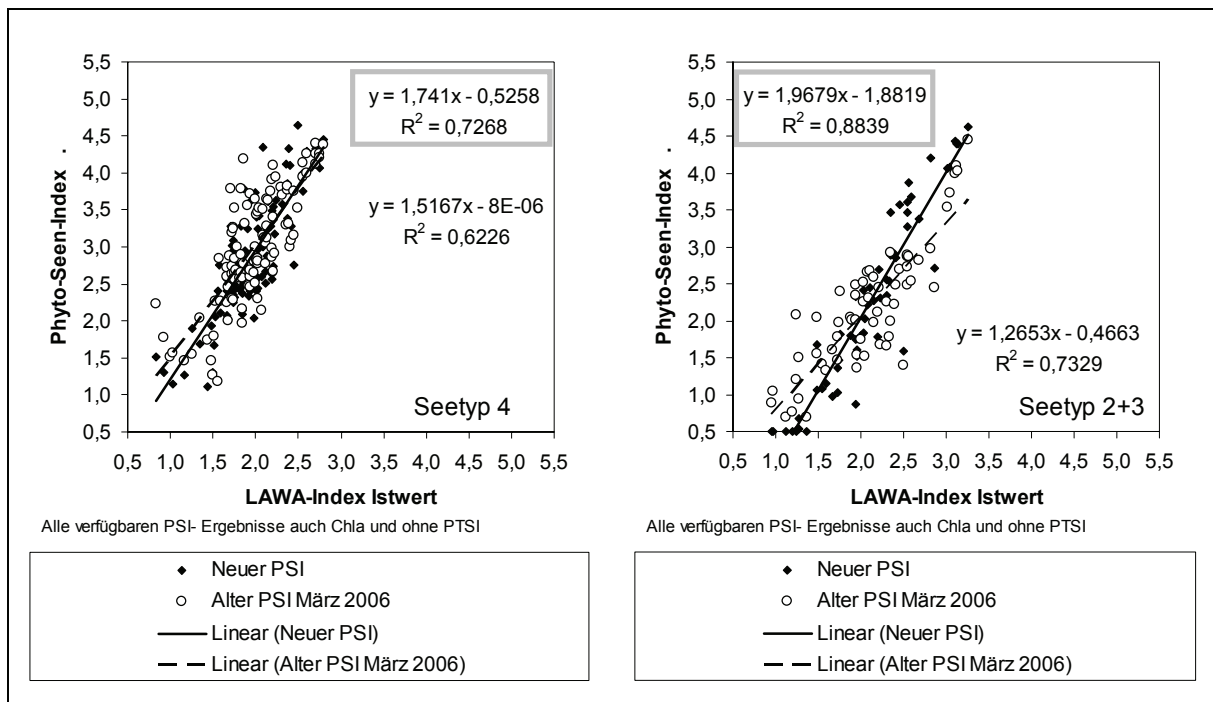


Abbildung 37: Darstellung der Gesamtbewertung für Seen der Alpen und Voralpen nach dem PSI des bisherigen (Stand Mrz 06) und des neuen Verfahrens (Juli 07; Bestimmtheitsmaß im grauen Kasten) entlang dem Ist-Wert des LAWA-Index je See. Datenbasis nur deutsche Seen.

9 Überarbeitung der Probennahmenvorschrift bezüglich des Probenahmezeitraumes

Die von Nixdorf et al. (2005b) vorgestellte Vorschrift zur Probenahme und mikroskopischen Auswertungsstrategie stellt ein Novum in der BRD dar. Bisher waren allein die Bundesländer für ihre Monitoring-Programme zuständig, was zu einer großen Vielfalt an Strategien und Methoden führte und die Vergleichbarkeit der Daten z.T. erheblich einschränkte. Mit dem Verfahrensentwurf soll für die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie ein national einheitlicher Rahmen vorgegeben werden, der gleichzeitig Aufgaben der Qualitätssicherung für das Bewertungsverfahren mittels Phytoplankton erfüllen muss.

Im März 2007 wurde eine weitere überarbeitete Fassung mit dem Titel „Anforderungen an Probenahme, Felddaten und Ermittlung der Phytoplankton-Biozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EG-WRRL“ von Nixdorf, Hoehn, Riedmüller, Mischke, Rücker, Schönfelder & Bahnwart dem LAWA-Seen-AK zur Stellungnahme vorgelegt.

Änderungsvorschläge und Stellungnahmen wurden von den Bundesländern Bayern, Schleswig-Holstein und Brandenburg gegeben und weitgehend berücksichtigt. Diese Wünsche hinsichtlich bewertungsrelevanter Änderungen betrafen im Wesentlichen, die Erweiterung des Zeitraumes der Probenahme und damit des Bewertungszeitraumes auf März und auf November.

Es wurden Auswertungen zur Anfrage auf einen erweiterten Bewertungszeitraum durchgeführt. Bisher wurden die Monate außerhalb des Zeitraumes April bis Oktober nur für den Metric PTSI berücksichtigt. Für die Überprüfung wurden alle verfügbaren Seenjahre in zwei Varianten mit dem Programm **PhytoSee** durchgerechnet:

Zeitraum: März bis November und April bis Oktober (bisherige Empfehlung)

Vorab ist anzumerken, dass die Einschränkung auf die Monate April bis Oktober nur den Biomassemetric betreffen. Die Algenklassen-Kenngrößen beziehen sich weiterhin auf den Zeitraum April–Oktober bzw. Juli–Oktober (s. Kapitel 5.3).

Die Anzahl der Bewertungsergebnisse für den PSI wird von 1004 bei Einbeziehung der Monate März und November auf 865 Bewertungen im Fall der Beschränkung auf April–Oktober reduziert, da bei weniger als 4 Terminen das Limit des Verfahrens unterschritten wird und vom Programm **PhytoSee** keinerlei Ergebnis ausgegeben wird. Dies entspricht einer Reduktion um 14%. Dies wird als Nachteil für die Beschränkung auf den Zeitraum April–Oktober gewertet.

Der Einfluss auf den Chlorophyll a-Saisonwert ist gering ($r^2 = 0,9856$) und selten entscheidend für die finale Bewertung der Gewässer. Der Einfluss auf die Biomasse-Bewertung ist ebenfalls gering: Es sind 17 krasse Ausreißer ($N = 865$) in Abbildung 38 zu sehen, die aber offensichtlich im PSI durch die Gesamtbewertung bis auf 8 Fälle korrigiert werden.

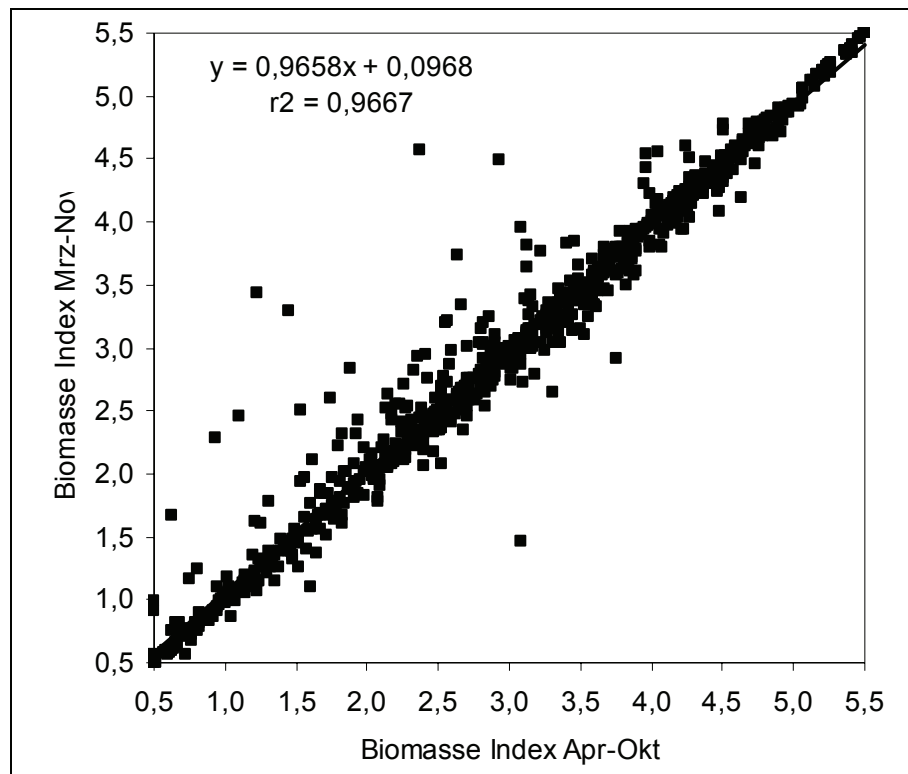


Abbildung 38: Einfluss des Ausschlusses der Beprobungsmonate März und November auf die Bewertung mittels des Metrics „Biomasse“; Linie = lineare Regression.

Einige Seetyp-spezifische Auswertungen ergab folgende Resultate (Tabelle 9-1):

Tabelle 9-1: Korrelationen zwischen der Bewertung (PSI) des Phytoplanktons auf der Basis von Datensätzen für die Periode April–Oktober und März–November für ausgewählte Gewässertypen (Angabe als Bestimmtheitsmaß R^2).

Seetyp	R^2 für PSI (März–Nov) zu PSI (April–Okt)	Steigungsänderung zum LAWA-Index
Typ 13	0,9898	Keine
Typ 10	0,9883	Keine
Typ 11.1	0,9372	Geringfügig und milder 6 Fehlbewertungen von 134 Seen
Typ 11.2	0,9784	Keine
Typ 2+3	0,9967	Keine
Typ 4	0,9935	Keine

Es ist zu beachten, dass viele Untersuchungen ganz ohne März- oder Novemberproben durchgeführt wurden. Da ihr Anteil an allen Seenjahren hoch ist, entstehen bessere Korrelationen als eigentlich tatsächlich gegeben sind.

Deshalb wurde auch folgende Auswertung durchgeführt: Es wurden die Seejahre selektiert, die über einen Novemberwert verfügen (N = 132). Jedoch wird auch in diesem Fall der PSI nicht wesentlich durch die Einbeziehung des Novembers beeinflusst (s. Abbildung 39).

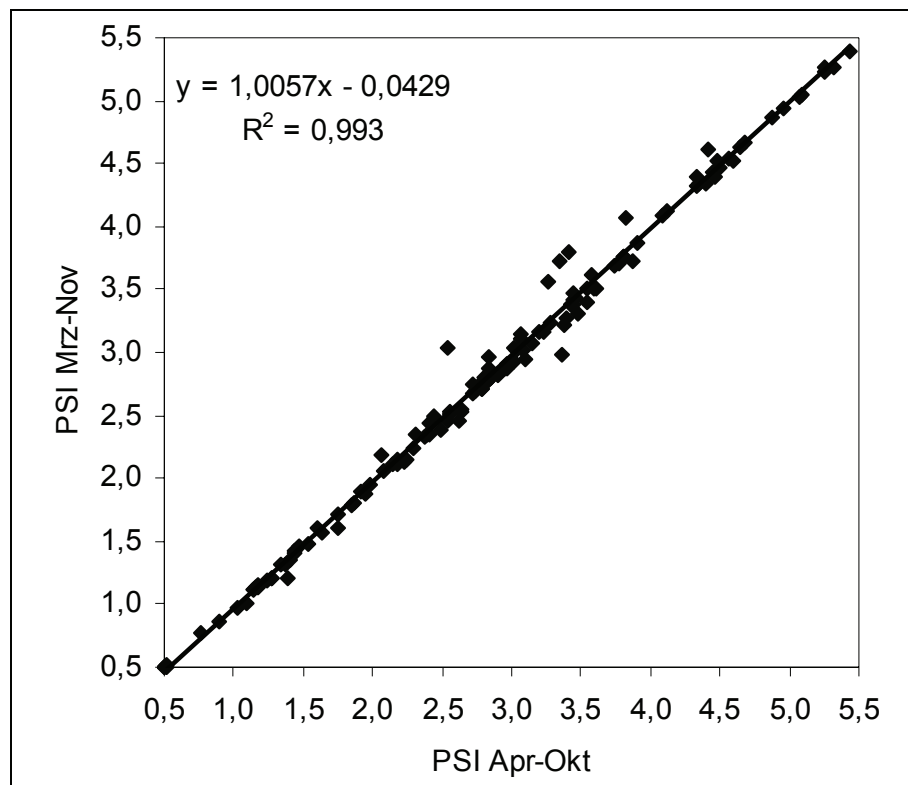


Abbildung 39: Gegenüberstellung des PSI-Ergebnisses für den Zeitraum April–Oktober und den Zeitraum März–November als Bewertungszeitraum. Datengrundlage: 132 Seenjahre mit einem Novemberwert; Linie = lineare Regression.

Als Fazit kann festgestellt werden, dass eine Änderung des Bewertungszeitraumes für den PSI unter Nutzung des vorliegenden Datensatzes einen marginalen Einfluss auf die finale Bewertung des Gewässers hat. Deshalb soll der Zeitraum März–November bei der Beprobung in Ausnahmefällen erlaubt sein, solange die statistische Absicherung an Datensätzen aus degradierten Seen des Tieflandes erfolgt ist. Vorzugsweise sollte jedoch, wie bisher festgelegt, zwischen April und Oktober beprobte werden.

10 Durchführung von Workshops und Schulungen zum Verfahrensentwurf und zur Probenahme

Im Projekt wurden zwei nationale Workshops durchgeführt.

Probennahmeworkshop 2006 am Lehrstuhl Gewässerschutz der BTU Cottbus

Vom 22. bis 23.06.2006 fand in Bad Saarow ein Probennahmeworkshop im Rahmen des Praxistestes zur Einführung der WRRL statt. Daran haben 24 Probenehmer und Verantwortliche für die Probenahmeprogramme aus 11 Bundesländern teilgenommen.

Es gab einen intensiven Austausch über Probenahmetechnik und Geräte. Besonders das gemeinsame praktische Arbeiten auf dem See führte zur Klärung vieler Detailfragen.

Es wurde eine Geräteliste des Workshops: „geraeteliste_v4.pdf“ mit Angaben zum Hersteller, Vertrieb und Preis und eines Ansprechpartners aus der Praxis sowie eine Fotodokumentation erstellt. s. Homepage BTU: <http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu> unter Forschung und Probennahmeworkshop.

Workshop 2007 zum Bewertungsverfahren am IGB

Es wurde ein Workshop zur „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton“ am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Berlin vom 25.-26.04.2007 durch die Projektbearbeiter veranstaltet.

Der Workshop diente der Diskussion zu widersprüchlichen Bewertungsergebnissen nach dem Verfahrensstand März 2006 und der Sammlung von Anregungen für die praxisreife Weiterentwicklung des Verfahrens. Es wurden beabsichtigte und bereits erfolgte Veränderungen des Verfahrens einleitend vorgestellt. Danach waren alle Teilnehmer des Workshops eingeladen, ihre Anregungen darzustellen (Arp 2007; Bahnwart 2007). Zur inhaltlichen Vorbereitung stand die vorläufige Verfahrensbeschreibung (Stand März 2006) auf der Internetseite: <http://www-1.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/download.htm> zur Verfügung.

Es wurde eine Workshop-CD mit allen Beiträgen und Diskussionszusammenfassung erstellt und auch an die Bundeslandvertreter vom LAWA-AK versendet. Der Inhalt soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

Durch die Beiträge der 28 externen Teilnehmer aus Behörden und Untersuchungslaboren konnte folgende Arbeitsliste für die Verfahrensüberarbeitung erstellt werden:

- Umsetzung der Vorgaben aus dem europäischen Interkalibrierungsprozess
- Strengere Grenzwerte für Biovolumen, da die Bewertung besonders von Seen des Typs 4, 10 und 11 den Bundeslandexperten zu milde erscheint
- Ableitung neuer Seetyp-spezifischer Grenzwerte und Bewertungsfunktionen für die Parameter Chlorophyll a-Saisonmittelwert und Maximalwert Chlorophyll a).
- Überprüfung der Algenklassen-Einzel-Metrics, welche eine besonders starke Streuung in Korrelation zum LAWA-Trophie-Index erzeugen; Hauptsteuerfaktor bei Dinophyceae ist vielleicht die mittlere Seetiefe (These Bahnwart 2007); Grenzwerte für Biovolumen der Cyanobakterien unrealistisch hoch im Vergleich zu tatsächlich realisierten Biomassen

Folgende Schulungen wurden zusätzlich durchgeführt:

Hofmann, G., Oschwald, L., Hoehn, E. & Kümmerlin, R. (2007): Workshop „Diatomeen des Pelagials“ zur Bewertung nach EU-WRRL. 23. bis 25.10.2007 am Institut für Seenforschung Langenargen.

Mischke, U. & J. Kasten (April 2007): Durchführung einer zweitägigen Fortbildungsveranstaltung „Bestimmung von Phytoplankton zur ökologischen Bewertung von Seen in norddeutschen Gewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie“ beim Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft von Sachsen-Anhalt; Fachgebiet 5.5 Ökologie mit Kurs-Teilnehmern aus Sachsen-Anhalt, Sachsen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Berlin am 17. bis 18.04.2007

Hofman, G. & Oschwald, L. (März 2007): Durchführung einer mehrtägigen Fortbildungsveranstaltung „Diatomeen des Pelagials‘ gem. EG-WRRL“ im Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH in Essen, NRW vom 14. bis 16.03.2007. Auftraggeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.

Mischke, U. & J. Kasten (Dezember 2006): Durchführung einer mehrtägigen Fortbildungsveranstaltung „Bestimmung von Phytoplankton zur ökologischen Bewertung stehender Gewässer gem. EG-WRRL“ im Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH in Essen, NRW vom 04. bis 06.12.2006. Auftraggeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.

Mischke, U. (2005): Zweitägige Fortbildung und Beratung für Mitarbeiter des bayerischen Landesamtes für Umwelt für „Methodenanforderungen und Berechnungen für die neuen Bewertungsverfahren von Seen und Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie“ in München am 14. bis 15.12.2005. Auftraggeber: Landesamt für Umwelt, Bayern.

11 Glossar

Algenklassenkennggröße: Einzelkennggröße des Bewertungsmetric „Biomasse“, die spezifisch für einen Seetyp und eine Phytoplanktongruppe definiert sind, und die durch Mittelwertbildung die Kennggröße „Algenklassen“ bilden.

Biomassemetric: Biomasseabhängiger Index, welcher eine Bewertung anhand der Vegetationsmittelwerte (April – Oktober) des Gesamtbiovolumens, der Chlorophyll a-Konzentration und des Chlorophyll a-Maximumwertes im Vergleich zu den Seetyp-spezifischen referenzbezogenen Werten durchführt. Der Metric ist Bestandteil des PSI (Definition s. dort).

DI-PROF: Index-Verfahren für Tieflandseen anhand der Dominanzwerte von planktischen Diatomeen in Profundalproben, verrechnet mit Trophieoptima- und Gewichtungswerten nach Schönfelder (2006). Fakultativer Bestandteil des PSI (Definition s. dort).

EQR (= ecological quality ratio): Quotient aus typspezifischen Referenzbedingungen und beobachtetem Istwert einer für die Bewertung relevanten Mess- oder Indexgröße für eine Biokomponente. Der Wertebereich des EQR liegt zwischen 0,0 (= schlechter Zustand/bad) und 1,0 (= sehr guter Zustand/high). Für die Interkalibrierung und zur besseren Vergleichbarkeit unterschiedlicher Verfahren und Parameter werden in der Regel die sog. normierten EQR-Werte (= normalised EQR) verwendet. Die Klassenbreiten zwischen den Grenzen müssen dabei immer gleich groß sein. Hierzu sind sowohl bei den Indices als auch bei Messparametern Transformationen in den Wertebereich des EQR notwendig.

EZG (= Einzugsgebiet): Die Richtlinie definiert ein Einzugsgebiet als das Gebiet, dessen Oberflächenabfluss (Regenwasser) sich über Bäche und Flüsse sammelt und an einer Flussmündung in das Meer gelangt. Ein Einzugsgebiet ist also von natürlichen Wasserscheiden umgrenzt. Teileinzugsgebiete sind nach Wasser-rahmenrichtlinie Gebiete, deren Oberflächenabfluss über Bäche und Flüsse „an einem bestimmten Punkt in einen Wasserlauf gelangt“.

GIG (= Geographical Intercalibration Group): Gruppe mehrerer EU-Staaten, die Gewässer in derselben Ökoregion besitzen. Ihre Bewertungsverfahren werden nach bestimmten Vorgaben verglichen und aufeinander angepasst mit dem Ziel, ein vergleichbares Bewertungsergebnis mit den unterschiedlichen nationalen Verfahren zu erzielen.

Harmonisierte Taxaliste: Taxaliste für das Verfahren und für die Befundekodierung. Liste aller häufig gemeldeten Phytoplanktonarten und -taxa aus den Jahren 1972 bis 2006, die hinsichtlich synonymen Namensgebung und Zählkategorien auf gemeinsame, zumeist gültige taxonomische Bezeichnungen vereint wurden. Die Namensgebung und das System der Großgruppen (Klassen, Ordnungen) ist weitgehend mit dem zeitgleich aufgebauten DV-Kodierungssystem nach „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands“ (Mauch et al. 2003 und aktuelle Internet-Versionen) identisch.

LAWA-Index: Nach dem Verfahren nach LAWA (1999) errechneter Index zur Trophiecharakterisierung von Seen, welcher Werte zwischen 0,5 und 5,0 annehmen kann. Bei der Verfahrensentwicklung des PSI wurde nur die Klassifizierung des Ist-Zustandes des Sees durch den LAWA-Index genutzt (auch LAWA-Trophie-Index), und nicht die zusätzliche Verrechnung mit einem seespezifisch ermittelten Referenzzustand, wie es das LAWA-Verfahren vorsieht.

Metrics: Biologische Kenngrößen zur Bewertung von Gewässern, die sich aus den empirisch ermittelten Reaktionen einer Organismengruppe z.B. Phytoplankton, Makrophyten und Mikrophytobenthos, Makrozoobenthos und Fische herleiten lassen. Für das Phytoplankton wurden die Metrics Biomasse mit den Kenngrößen Algenklassen und Indikatortaxa (PTSI) abgeleitet.

Mindestbestimmbarkeitsliste: Erreichbares Bestimmungsniveau bei Anwendung der im Verfahren geforderten lichtmikroskopischen Methoden ausgewiesen in der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons.

Operative Taxaliste: Entspricht der Mindestbestimmbarkeitsliste im Bewertungsverfahren für Seen.

PSI (Phyto-See-Index): Multimetrischer Index zur Bewertung von Seen anhand der Zusammensetzung und der Biomasse des Phytoplanktons, in welchem der Biomasseindex, der Metric „Algenklassen“, der PTSI und ggf. der DI-PROF durch eine Seetyp-spezifische Gewichtung miteinander verrechnet und zu einem Gesamtergebnis verschmolzen werden.

PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index): Index, mit dem anhand der Artenzusammensetzung und den entsprechenden Biovolumina einer Phytoplanktonbiozönose eine Trophie-Ermittlung für jeden Probesternin durchgeführt werden kann. Dimension des Ergebnisses ist mit dem LAWA-Index vergleichbar. Ist Teil des PSI (Definition s. dort).

Referenztrophi: Potenziell natürlicher Trophiestatus eines Sees angegeben in den Trophiestufen des LAWA-Bewertungsverfahrens (1999)

Seetyp-spezifische Referenztrophi: Festlegung einer Referenztrophi für alle Seen eines Seetyps zur Verfahrensdurchführung. Die Referenztrophi wurde als Synthese aus der Vorbewertung durch die Bundesländer, aus der Schwankungsbreite aller see-individuellen Soll-Zustände nach LAWA innerhalb eines Seetyps, durch Ermittlung der natürlichen Schwankungsbreite von Langzeitdatensätzen von Seen im sehr guten Zustand (Referenzseen) und aus den Kenntnissen paläolimnologischer Untersuchungen ermittelt.

Trophiepräferenz: Schwerpunkt des Auftretens von Phytoplanktontaxa im Trophiespektrum.

VegTP-Index: Mittelwert der TP-Indices an den Probesternin im Mittel der Vegetationsperiode.

Wasserkörper: Ein Wasserkörper ist die kleinste Einheit von Oberflächengewässern, die von der Wasserrahmenrichtlinie definiert wird. Bezugsebene für die Ermittlung des ökologischen und chemischen Zustands. Die Abgrenzung der Wasserkörper obliegt den Bundesländern und wird dort auch nach unterschiedlichen Kriterien gehandhabt.

WRRL: Wasserrahmenrichtlinie.

12 Literatur

- Arp W. (2007): Untersuchung des Phytoplanktons zur Indikation des ökologischen Zustandes in 38 Seen des Landes Brandenburg im Jahr 2006. Projekt des Ministeriums für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz in Brandenburg. LimPlan. Vortrag auf dem Seenworkshop, IGB, April 2007.
- Arp, W. & Deneke, R. (2006): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2005. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holsteins, Abteilung 4 – Gewässer; Juli 2006, Berlin, 201 S.
- Bahnwart, M. (2007): Plausibilisierung der schleswig-holsteinischen Bewertungsergebnisse (Stand des Phyto PTSI-Tools vom 08.03.2007) Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Vortrag auf dem Seenworkshop, IGB, April 2007 als pdf-file auf CD zum Workshop (Mischke 2007; IGB Berlin) erhältlich.
- Beulker, C. (2007): Bericht der Senatsabteilung Umwelt und Verbraucherschutz Berlin in Vorbereitung.
- Coring, E. & Bäche, J. (2006): Bericht zum Untersuchungsauftrag „Analyse der Diatomeenbesiedlung im Litoral und Profundal schleswig-holsteinischer Seen – Praxistest 2005“ im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt (LANU) Schleswig-Holstein. Ecoring, Hardeggen, 169 S.
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22. Dezember 2000. – EG WRRL.
- Hoehn, E., Riedmüller, U. & Leßmann, D. (2007–2008, in Vorbereitung): Ökologische Bewertung von künstlichen Seen (Baggerseen und pH-neutrale Tagebauseen) sowie erheblich veränderten Gewässern (Talsperren) anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie – Anpassung des bundesweit für natürliche Seen entwickelten Verfahrens. LAWA-Projekt-Nr.: O 3.06.
- Hofmann, G. & Schaumburg, J. (2005a): Seesedimente in Bayern: Simssee, Diatomeenflora in Sedimentkernen Dezember 2002. Materialienband Nr. 123 (Nov. 2005). Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1-50.
- Hofmann, G. & Schaumburg, J. (2005b): Seesedimente in Bayern: Waginger-Tachinger See, Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002. Materialienband Nr. 121 (Nov. 2005). Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1-76.
- Hofmann, G. & Schaumburg, J. (2005c): Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Seesedimente in Bayern: Waginger-Tachinger See Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002 Materialien Nr. 121 (Juni 2005) Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 77 S.
- Hübener, T., Werner, P., Adler, S., Schult, M., Meyer, H., Erlenkeuser, H. & Grootes, P. M. (2006): Abschlussbericht zum Projekt: Paläolimnologische Untersuchungen zur Rekonstruktion von typspezifischen Referenzzuständen in schleswig-holsteinischen Seen. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holsteins, Abteilung 4 – Gewässer durchgeführt Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften, Lehrstuhl Allgemeine & Spezielle Botanik. Oktober 2006, Rostock, 135 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: Deneke, R. & Nixdorf, B. (Hrsg.), Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe BTU Cottbus 5/2002, 15-24.
- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands. Informationsber. Bayr. Landesamt f. Wasserw. 01/03. 388 S. Internet Version vom März 07; Download: http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/fliessgewaesser_gewaesserqualitaet/qualitaetssicherung/index.htm.

- Milestone 6 reports 2007: Technical reports of the Geografic Intercalibration Groups. Downloads:
http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/technical_report_2007
http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/milestone_reports/milestone_reports_2007.
- Mischke, U. (2006a): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel-Datei-Liste mit ausführlichen Anmerkungen. Seit Stand Sept 2006: Mischke, U. & W.-H. Kusber (2006): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Offizielle Download-Adresse im Internet: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- Mischke, U. (2006b): Studie zu Phytoplanktonanalysen von bayerischen Seen zur Weiterentwicklung des für die EU-WRRL vorgeschlagenen Bewertungssystems – Im Auftrag Landesamt für Umwelt Bayern, Referat 13 Oberirdische Gewässer, qualitativ; Unveröffentlichter Bericht 30.11.2006, IGB, Berlin, 14 S.
- Mischke, U. & Behrendt, H. (2005): Vorschlag zur Bewertung ausgewählter Fließgewässertypen anhand des Phytoplanktons. In: Feld, C. K., S. Rödiger, M. Sommerhäuser, & G. Friedrich: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasser-rahmenrichtlinie. Limnologie aktuell 11. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 46-62.
- Mischke, U. & Behrendt, H. (2007): Phytoplankton als Belastungsanzeiger in Fließgewässern für die WRRL-Wechselwirkungen mit an- und eingebundenen Seen in der norddeutschen Tiefebene. Geladener Vortrag zu: DWA Erfurter Gespräche zur EG-Wasser-rahmenrichtlinie – Bewirtschaftungsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung. 30./31.01.2007. 1-9; DWA 2007, Hennef.
- Mischke, U., Riedmüller, U. & Hoehn, E. (2006a): Tätigkeitsbericht zum LAWA-Vorhaben: Expertenunterstützung im europäischen Interkalibrierungsprozess der Bewertungsverfahren für Phytoplankton in Deutschland zur Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. LAWA-Projekt O 11.06. Dez. 2006, 8 S. und Anhänge.
- Mischke, U., Kusber, W.-H. & Jahn, R. (2006b): Bericht zum Werkvertrag Überarbeitung der Taxaliste der Gewässerorganismen in Deutschland – Phytoplankton – Im Auftrag Landesamt für Umwelt 8.5 – Qualität der Fließgewässer. Unveröffentlichter Bericht 10.07.06, IGB, Berlin, 34 S.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. & Bahnwart, M. (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 147-184.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005a): Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons. In: Feld, C. K., S. Rödiger, M. Sommerhäuser, & G. Friedrich: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasser-rahmenrichtlinie. Limnologie aktuell 11. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 105-120.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005b): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie. Bericht 18.08.2005 Bad Saarow, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Probenahmeverfahren.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2006): Überarbeitete Fassung des Berichtes: Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie, 190 S.
Nur Internet-Version: <http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/downloads/projekte.htm>.
- Rott, E., Salmaso, N. & Hoehn, E. (2007): Quality control of Utermöhl-based phytoplankton counting and biovolume estimates – an easy task or a Gordian knot? Hydrobiologia (2007) 578, 141-146.
- Schaumburg, J., Colling, M., Schlösser, I., Köpf, B., Fischer, F. (2005): Ökologische Typisierung von Phytoplankton. – Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft Heft 3/05: 64 S + MS-ACCESS DB, München. http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/qual_seen/plankt.htm.
- Schaumburg, J., Hehl, I., Hupfer, M., Köpf, B., Raeder, U., Melzer, A., Seele, J. & Traunsperger, W. (2001): Kleinseen in Bayern – Ökologische Bewertung von Freiwasser, Sediment, Ufer und Einzugsgebiet. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, München, Heft 1/01, 281 S.
- Schaumburg, J., Schmedtje, U., Schranz, C., Köpf, B., Schneider, S., Meilinger, P., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. & Foerster, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließge-

wässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. BMBF (FKZ 0330033) und LAWA (O 11.03). Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft München, 355 S.

Schönfelder, I. (2006): Anpassung des Bewertungsmoduls Diatomeenindex DI-PROF auf die Subtypen der Seen in Schleswig-Holstein. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Bericht Dezember 2006, 41 S.

Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol 9, 1-38.

Voigt, R. (1996): Paläolimnologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Sedimenten aus Fuschlsee und Chiemsee (Salzburg und Bayern). Dissertationes Botanicae 270, 303 S.

13 Danksagung

Die vorgestellten Konzepte und Ergebnisse wurden zu großen Teilen im Rahmen zweier Projekte (LAWA/DVWK „Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Phytoplankton in Seen“ OK 5.90 und LAWA-Projekt „Bundesweiter Praxistest – Bewertungsverfahren Phytoplankton in natürlichen Seen zur Umsetzung der WRRL“ O 5.05) erarbeitet. Für die Bereitstellung von Daten möchten wir uns bei den Kollegen bedanken, in deren Einrichtungen Proben genommen und ausgewertet wurden. Die Daten für den „Praxistest Phytoplankton“ haben folgende Einrichtungen geliefert oder übermittelt: das Bayerische Landesamt für Umwelt, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, Landesumweltamt Brandenburg, Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen Anhalt – Fachgebiet Ökologie mit StAU Magdeburg, Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin, Brandenburg Technische Universität Cottbus/Bad Saarow. Die Daten wurden durch zahlreiche Labore und Institute ermittelt, die hier nicht alle namentlich genannt werden können.

Wir bedanken uns vor allem bei den Kollegen, die uns in zahlreichen Diskussionen inhaltliche Hilfestellungen gegeben haben. Das betrifft insbesondere alle Mitglieder des LAWA-Untersuchungskreises „Ökologische Bewertung von Seen und Interkalibrierung Seen“ sowie deren Mitarbeiter bzw. Unterauftragnehmer, u.a. Frau Dr. Bahnwart, Herrn Dr. Täuscher, Herrn Dr. Arp und Frau Dr. Hofmann, die uns im Praxistest Daten und hilfreiche und kritische Anmerkungen übermittelt haben.

14 Offene Fragen, Empfehlungen und Ausblick

Einige der ursprünglich geplanten Vorhaben des Projektes konnten wegen des begrenzten finanziellen Rahmens nicht bzw. nicht vollständig umgesetzt werden. Dazu gehört beispielsweise die Erstellung von Bestimmungshinweisen und eine Fotodokumentation der Indikatorarten. Die Frage der Erfassung und Bewertung von Blütenbildungen des Phytoplanktons wurde ebenfalls aus dem Programm gestrichen, da es bei den in der Praxis realisierbaren Probenahmefrequenzen nicht möglich wäre, diese Erscheinungen systematisch zu bestimmen und zu bewerten. Im Zusammenhang mit der Saisonalität der Phytoplanktonentwicklung und der saison- und trophiebedingten Ausprägung der Biomasse und ihrer Zusammensetzung konnte auch die Frage nach der Ausweitung des Beprobungszeitraumes auf März und November nicht befriedigend beantwortet werden, weil es dazu weiterer, Seetyp-spezifischer Analysen unter Einbeziehung dichter Datensätze bedarf. Ein Problem, das mit diesem Komplex in einem engen Zusammenhang steht, ist die Bewertung von Frühjahrsblüten, die zu Beginn der Projektphase vor dem Hintergrund der begrenzten Mittel für Probenahmen und -auswertungen ausdrücklich nicht zum Gegenstand des Bewertungsverfahrens erklärt wurde. Das betrifft auch die ökologische Bewertung des Auftretens von picoplanktischen Algen (APP) und der phototrophen Schwefelbakterien, die ebenfalls fester Bestandteil des Phytoplanktons sind. Insbesondere die Gruppe der Schwefelbakterien wird in den dimiktischen Hartwasserseen mit H₂S-Vorkommen im Zuge der reduzierten Nährstoffbelastung eine wesentliche Komponente der Phytoplanktonbiomasse bilden und die Gewässerqualität durch sekundäre Belastung beeinflussen, was aber derzeit nicht Eingang in die Bewertung findet.

Im Verlauf der Entwicklung des Bewertungsverfahrens „Phytoplankton in Seen“ hat sich gezeigt, dass die alleinige Einbeziehung der Phytoplanktonparameter (Metrics: Biomasse, Algenklassen und Indikatortaxa) zur Bewertung der Belastung Trophie nicht ausreichend ist. Die Phytoplanktonbiomasse und -zusammensetzung ist in Abhängigkeit vom Seetyp und seinem Degradationsstatus insbesondere in der Vegetationsperiode einer starken Regulation durch das Zooplankton ausgesetzt. Fraßverluste können das Phytoplankton derart dezimieren bzw. in seiner Zusammensetzung ändern, dass ein guter bzw. sehr guter Zustand des Gewässers angezeigt wird, obwohl die trophischen Zustände unverändert mäßig bis schlecht sind. Aus diesem Grunde wäre es im Sinne einer komplexen ökologischen Bewertung, das Zooplankton im Überwachungsmonitoring und im investigativen Monitoring möglichst mitzuerfassen. Diese Daten wären eine gute Grundlage zur Entwicklung und Einbeziehung eines weiteren Metrics zur Bewertung von Standgewässern anhand des Phytoplanktons (PHYT-LOSS bzw. PHYT-GRAZ) durch das Zooplankton.

Description of the German system for phytoplankton-based assessment of lakes for implementation of the EU Water Framework Directive (WFD)

Ute Mischke¹, Ursula Riedmüller², Eberhard Hoehn², Ilka Schönfelder³ & Brigitte Nixdorf⁴

¹⁾ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V., Müggelseedamm 310, D-12561 Berlin, e-mail: mischke@igb-berlin.de

²⁾ LBH, Glümerstraße 2a, D-79102 Freiburg, e-mail: lbh@gmx.de

³⁾ Büro für Diatomeenanalyse, Professor-Zeller-Straße 2, D-15366 Neuenhagen, e-mail: ilka.schoenfelder@t-online.de

⁴⁾ Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz, Forschungsstation Bad Saarow, Seestraße 45, D-15526 Bad Saarow, e-mail: b.nixdorf@t-online.de

Keywords: WFD, phytoplankton, indicators, assessment, instructions, biomass, taxa composition, algal classes

Abstract

This chapter describes the revised method to assess lakes based on phytoplankton in accordance with the proposal by Mischke et al. (2008) and corresponds to Chapter 3 of the German report. The German phytoplankton-based assessment system for lakes yields a multi-metric index value, the Phyto-See-Index (PSI), and differentiates between different lake types. It classifies water bodies into one of five status classes in accordance with the Water Framework Directive (WFD). The PSI consists of three mandatory metrics: “biomass”, “algal classes” and the “Phytoplankton-Taxa-Seen-Index” (PTSI). A step-by-step calculation of the German PSI is included. The first proposal (Nixdorf et al. 2005b) was extensively modified in response to the outcome of both a national exercise and the European inter-calibration exercise. This chapter will serve as the basis for a final publication in the form of a manual on the German system for phytoplankton-based assessment of lakes after further improvement.

Content

1	Introduction	118
2	Assessment system and metrics – an overview.....	119
2.1	Metrics used to calculate the Phyto-See-Index (PSI)	119
2.2	PSI units and transformation to EQR	121
3	Guidelines for sampling and analysis procedures during data collection	121
3.1	Data collection and preparation requirements	121
3.2	Requirements for determination of lake type	122
4	Step-by-step calculation of the German Phyto-See-Index (PSI).....	124
4.1	Metric “biomass”	124
4.2	Metric “algal classes”	128
4.3	Assessment using indicator taxa (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index, PTSI).....	131
4.4	Optional diatom index (DI-PROF) based on samples from profundal sediments	140
4.5	Calculation of the final German PSI (Phyto-See-Index)	143
4.6	Minimum input data for reliable PSI assessment	144
5	References.....	145

1 Introduction

In 2005 and 2006, all German Federal States carried out a national exercise to test the proposal for phytoplankton-based lake assessment (Nixdorf et al. 2005a, 2005b, 2006). This first and new proposal aimed to standardize the sampling procedure in lakes, the strategy for microscopic analysis, and the level of taxonomic determination and, above all, to develop a national assessment system by proposing an indicator list and metrics based on the total biovolume, taxonomic composition and class level of phytoplankton. Hence, there was a strong need to practically test all of these recently developed guidelines in order to implement the European Water Framework Directive.

Phytoplankton researchers were therefore trained in workshops and training courses and were asked to judge the practicability of the proposed system with respect to sampling and microscopic analysis strategies. Experts from the Federal States checked the plausibility of the assessment results and carried out extensive statistical analyses. The European Geographic Intercalibration Groups were additionally commissioned to check the assessment system and its results since their main task is to harmonize and to ensure the comparability of the different national biological methods. The new data on the national exercise, which were collected extensively and in a standardized manner, were used to optimize the assessment system within the scope of a research project (Mischke et al. 2008).

As a result, the application guideline for the assessment method was thoroughly modified; it now contains new boundary values and new parameters for phytoplankton-based lake assessment. The new system was developed to ensure exercise-oriented actions by simplifications, which are supported by a revised indicator list and calculation tool (prototype **PhytoSee**). This new version of the German system was preliminarily proved to be in compliance with WFD in the European intercalibration process. In comparison to the first proposal (Nixdorf et al. 2005a), the new assessment method is more stringent. As a consequence, a higher proportion of German lakes fail to reach the “good” status and thus need programs of measures to improve their trophic status when evaluated using phytoplankton as a degradation indicator.

The more stringent assessment results from the outcome of the European intercalibration process, which provides specific decision tables with specific boundaries (WGA Milestone 6 Report; 2007). Furthermore, some independent German experts had also proposed more stringent assessment. Nevertheless, to reach a consensus on modification of the recent method and in view of the wide consequences for assessment and action plans for lake restoration, a subsequent LAWA⁴ project (2008) will make fine adjustments of the German national system.

⁴ LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) is the German Working Group on water issues commissioned by the German Federal States and Federal Government, as represented by the Federal Environment Ministry.

2 Assessment system and metrics – an overview

2.1 Metrics used to calculate the Phyto-See-Index (PSI)

The German phytoplankton-based assessment system for lakes yields a multi-metric index value, the Phyto-See-Index (PSI), and differentiates between different lake types. It classifies water bodies into one of five status classes in accordance with the Water Framework Directive (WFD). The PSI consists of three mandatory metrics: “biomass”, “algal classes” and the “Phytoplankton-Taxa-Seen-Index” (PTSI).

The three compulsory metrics along the stressor “eutrophication” are calibrated and adjusted in accordance with reference sites and trophic reference conditions. Total phosphorus and the actual assessment value of the German Trophic Index (LAWA 1999) served as the stressor scale. The German Trophic Index is based on the combined classification of the common trophic parameters “chlorophyll-a”, “total phosphorus” and “secchi depth” as a measure of lake transparency (see attachment on page 146).

Like the phytoplankton assessment method, the German Trophic Index (LAWA 1999) already differentiates the lake types “stratified lakes”, “polymictic lakes” and “small lakes” (< 50ha). The latter type, however, is not relevant for the WFD reporting. For a WFD-compliant assessment, the German lakes were further subdivided into lake types based on the LAWA proposals (Mathes et al. 2002) and the characteristic phytoplankton biocoenoses (Nixdorf et al. 2005b). For each of these lake types, a specific reference condition was defined (see Table 4-14). The previously proposed preliminary ranges of reference trophic (Nixdorf et al. 2005b) were corrected using newly available land use data on the lake catchment area, new results of paleo-limnological studies, and the results of comparisons with international reference sites performed in the European intercalibration process. For most lake types, the correction resulted in lower trophic conditions in the reference status. The method was further improved by the implementation of additional parameters and some other changes. As a consequence, the PSI assessment results are in most cases more stringent than in the preliminary proposal by Nixdorf et al. (2005b).

The PSI is composed of three mandatory metrics and an optional fourth metric, DI-PROF (Schönfelder 2006). Some of these metrics are multi-parameter variables:

1) Mandatory Metric: Biomass

The metric “biomass” is calculated as the arithmetic average of the single assessment of the following three parameters (see Chapter 4.1 for more details):

- a) Total biovolume of phytoplankton sampled from the epilimnetic or the euphotic zone (clearwater lakes) of a lake (arithmetic mean in the vegetation period from April to October with at least 6 samples per year and at least 4 samples in the period from May to September).
- b) Chlorophyll-a concentration (arithmetic mean in the vegetation period from April to October)
- c) Maximum value chlorophyll-a in case this deviates by more than 25% from the mean and if the number of single values is at least 3.

The measured value is transformed to a parameter index value according to a lake type-specific function, which is determined by the class boundaries for the five status classes. The parameter index value ranges from 0.5 to 5.5.

2) Mandatory Metric: Algal classes

Up to three assessment parameters are compared to their specific class boundaries and must be averaged to yield the metric “biomass” value (see Chapter 4.2 for more details). Depending on the lake type, biovolumes of cyanobacteria, chlorophytes and/or dinophytes and cryptophytes are either summed or their proportion to total biovolume (chrysophytes, dinophytes) is calculated. All parameter values from the periods “July to October” or “April to October” are averaged. The mean value is transformed to a parameter index value by a lake type-specific function. The parameter index value ranges from 0.5 to 5.5.

3) Mandatory Metric: PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index)

First of all, the PTSI serves to classify the trophic status of lakes (oligotrophic to hypertrophic) based on their species composition. The scale of values is congruent to those of the LAWA Trophic Index (1999) and is comparable with respect to the definition of the trophic status.

Secondly, in a WFD-compliant assessment, the PTSI is applied by comparing its value with the preset trophic reference value of the appropriate lake type (see Chapter 4.3 for more details). The difference to the reference situation is first calculated and subsequently transformed to a PTSI quality value (EQ), which ranges from 0.5 to 5.5.

To classify the trophic status of German lakes, three different indicator lists are available for each of the following groups of national lake types: 1. lakes of the Alps and pre-Alps, 2. stratified lakes in the lowlands, and 3. polymictic lakes in the lowlands.

Each indicator taxon has its own trophic value and a weighting factor. This weighting factor, or “stenoecy” factor, describes the degree of constancy with which a taxon can be detected within its proposed trophic preference range. To calculate the PTSI, all trophic values are multiplied with their appropriate weighting factor and with their abundance class value in a sample. This abundance class value is a transformation of the biovolume of the taxon in the sample to a class number system. The annual PTSI value is the arithmetic mean of all individual sample PTSIs. For metric assessment, this annual PTSI value is compared with the reference PTSI value of the appropriate lake type.

4) Optional metric: DI-PROF (Diatom Profundal Index) [Schönfelder 2006]

Diatom samples obtained from profundal sediments at lake deepest point are mounted on slides, and the relative abundance of all species known to grow in the plankton is determined. As in the PTSI calculations, the abundance value is multiplied with the taxon-specific trophic value and weighting value, which is a reciprocal value of the squared tolerance along a bivariate TP and TN gradient. The assessment is carried out in two steps: 1. trophic classification using all DI-PROF indicator taxa found in the profundal sample and 2. comparison of the trophic classification of the lake with the lake type-specific reference value (for details see Schönfelder 2006 and Chapter 4.4). The difference between the measured value and the reference value is transformed to a DI-PROF quality value, which ranges from 0.5 to 5.5.

2.2 PSI units and transformation to EQR

Like the single metrics, the PSI index value ranges from 0.5 to 5.5, where 0.5 indicates the best status and 5.5 the worst status. The values correspond to the five ecological status classes (1 to 5) and can be interpreted as ecological quality (EQ). Because of equidistant class width, the final index range can be easily transformed to a normalized ecological quality ratio using the equation

$$y = -0.2 \times \text{PSI} + 1.1$$

Table 2-1 lists the ranges of the German Phyto-See-Index values, which are equal to the five status classes of EU-WFD and their normalized ecological quality ratio (EQR).

Table 2-1: Index values and status classes indicating the ecological quality ratio (EQR).

German PSI (EQ) and Single Index Values	Status Class	Normalized EQR
0.5–1.5	1 (H = high)	0.81–1.0
1.51–2.5	2 (G = good)	0.61–0.8
2.51–3.5	3 (M = moderate)	0.41–0.6
3.51–4.5	4 (P = poor)	0.21–0.4
4.51–5.5	5 (B = bad)	0.0–0.2

German equivalents: 1 (sehr gut), 2 (gut), 3 (mäßig), 4 (unbefriedigend), 5 (schlecht)

3 Guidelines for sampling and analysis procedures during data collection

The German assessment system requires specific research methods, which are described in guidelines (Nixdorf et al. 2008) for:

- 1) Sampling
- 2) Sample conservation and storage
- 3) Microscopic analysis according to Utermöhl (1958) and special strategy for estimating cell counts and biovolumes.

3.1 Data collection and preparation requirements

This chapter outlines the most important requirements for data collection and preparation (averaging s.o.). For further details, see Nixdorf et al. (2008).

3.1.1 Requirements for chlorophyll-a measurement by photometry

The chlorophyll-a concentration (German Norm DIN) must be measured photometrically at least 6 times per year, analyzed from integrated samples of the epilimnion or the euphotic zone of a lake (the latter for clearwater lakes). At least four samples must be taken in the period from May to September. Sampling in March and November is not recommended in the

guideline (Nixdorf et al. 2008), but measuring values are included in the vegetative mean when using the PhytoSee calculation tool.

3.1.2 Requirements for microscopic analysis

The microscopic analysis of Lugol-fixed samples is based on the method of Utermöhl. Special sedimentation chambers with a diameter of about 25 mm are used to obtain a proper random sample for counting algal cells. Two transects on the chamber bottom are analyzed completely with high magnification, and the whole chamber or half-chamber is analyzed with low magnification to count large cells and colonies. The procedure should provide counting results for at least 10–15 dominant taxa per sample. Each taxon is counted with a pre-set number of objects: 20 for low-magnification counts and 60 for high-magnification counts. Counts are transformed to biovolume values by multiplying the result with the mean cell volume. The same must be done for all non-dominant taxa that fall below the object number threshold. In order to detect further important indicator taxa, additional analysis of diatom slides is recommended. Omitting this step will cause higher risk of mismatching the critical number of indicator taxa in the whole sample.

The proper numeric taxa code list must be attached to all taxa findings according to the general harmonized taxa list (Mischke 2006; Download: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>). Additionally the quantitative finding list must include the taxon biovolume and, if available, the cell count and taxon cell volume. Furthermore, the harmonized list of phytoplankton taxa provides a level for taxonomic determination.

Provided that all of these parameters are listed in a distinct format, all further calculations can be performed automatically using the Access-based tool (PhytoSee).

To import data to the program (PhytoSee.mdb), the parameters must be arranged in three tables (see template_import_tables_PhytoSee.xls).

Mandatory input data for the three tables are underlined:

- 1) **Taxa findings:** sample number / taxon identification code / taxon biovolume [mm³/L] / deviation_from_taxon_name
- 2) **Sample characteristics:** sample number / lake name / date of sampling / depth of sampling / chlorophyll-a [µg/L] / secchi depth [m] / total phosphorus [µg/L] / lake identification code
- 3) **Lake characteristics:** lake identification code / lake name / assignment to one of the lake types of the phytoplankton assessment.

The DI-PROF index value (Schönfelder 2006) must be calculated independently and can be included optionally in the final PSI result for testing purposes. PhytoSee provides a prepared fill-in table. The inclusion of DI-PROF into the PSI is recommended in cases in which too few indicator taxa of the PTSI are present, but valid DI-PROF results are available.

3.2 Requirements for determination of lake type

As a precondition for use of the phytoplankton-based lake assessment method, the appropriate lake type must be determined (Table 3-1). The typology is based on the national LAWA typology of German lakes proposed by Mathes et al. (2002). The phytoplankton-based assessment system pools some lake types together and subdivides other into subtypes.

Table 3-1: Overview of LAWA lake types (Mathes et al. 2002), phytoplankton-based lake types, and European intercalibration (IC) process-based lake types.

Ecoregion	LAWA lake types	Phyto-plankton-based lake types	IC lake types	Characteristics
Pre-Alps	1	1 (in test)	--	Polymictic; only 4 lakes
Pre-Alps	2 and 3	2+3	AL4	Lakes in the pre-Alps; stratified with $VQ < 1,5$
Alps	4	4	AL3	Lakes in the Alps; stratified
Low mountain range	5, 6, 7, 8, 9	Not defined to date	--	Altitude < 200m; mostly reservoirs
Lowlands	10	10.1	L CB 1	$VQ > 1.5$ and ≤ 15 ; stratified
Lowlands	10	10.2	--	$VQ > 15$; stratified
Lowlands	11	11.1	--	$VQ > 1.5$; polymictic; mean depth ≥ 3 m
Lowlands	11	11.2	L CB 2	$VQ > 1.5$; polymictic; mean depth < 3m
Lowlands	12	12	--	$VQ > 1,5$; water residual time 3–30 days
Lowlands	13	13	L CB 1	$VQ < 1.5$; stratified
Lowlands	14	14	--	$VQ < 1.5$; polymictic

To make a proper lake type assignment, the following critical parameters of lake morphometry and hydrology are essential:

- 1) Allocation to one of the WFD ecoregions (lowlands, pre-Alps and Alps)
- 2) Volume of the lake
- 3) Size of the catchment area of the lake (in Germany, only lakes > 50 ha are assessed by WFD)
- 4) Ratio of volume of the lake to catchment area (VQ)
- 5) Thermal stratification type of the lake (polymictic or stratified in summer)
- 6) Mean depth of the lake to subdivide the very shallow lakes (type 11.2)
- 7) Mean water residual time calculated as a theoretic value based on mean regional precipitation, catchment area and lake volume to subdivide riverine lakes (type 12)

Ensuring proper lake type assignment is the responsibility of each respective Federal State.

4 Step-by-step calculation of the German Phyto-See-Index (PSI)

The microscopic and photometric analyses are based on at least six sampling dates for each site. The PSI can be calculated from the three metrics “biomass”, “algal classes” and “PTSI”. This can be done automatically using the **PhytoSee** calculation tool. The assessment can only be carried out with a proper lake type assignment (see Chapter 3.2).

4.1 Metric “biomass”

For the metric “biomass”, the parameters “total biovolume”, “chlorophyll-a_{mean}” and “chlorophyll-a_{maximum}” are assessed independently and finally averaged (mean of Y1, Y2, and Y3).

4.1.1 Total biovolume of phytoplankton in lake

To calculate the seasonal mean for total phytoplankton biovolume, the raw data must be summed and averaged in a given subsequence (a to e):

- a) Sum the biovolumes for all taxa except heterotrophic organisms determined on the same sampling date. All heterotrophic taxa are marked in the harmonized taxa list (HTL) of phytoplankton and are filtered out in the calculation tool.
- b) Average the data from multiple sampling stations if they belong to the same water body (same lake code) and were sampled on the same day. If an assessment must be made for each station, then different lake identification code numbers are necessary.
- c) Average the results from multiple sampling dates if they belong to the same month.
- d) Average the monthly means if they are from the period “April to October”.
- e) Transform the resulting **vegetation mean of total biovolume (x)** to the parameter index value (**Y1**) based on lake type-specific functions (select the calculation function; see Table 4-1). Select the proper lake type from Table 3-1. Additionally, the boundaries for the status classes are given informatively.

Table 4-1: Boundaries for status classes and the lake type-specific functions to calculate the parameter index value for total biovolume.

Lake Type	1 and 2+3	4
Parameter	Total Phytoplankton Biovolume (mm ³ /L)	
Calculation Function	$Y1 = 1.5499 \times \ln(x) + 1.508$	$Y1 = 1.5499 \times \ln(x) + 2.508$
H / G	0.99	0.52
G / M	1.9	1
M / P	3.62	1.9
P / B	6.89	3.6

Lake Type	11.1 and 12	14
Parameter	Total Phytoplankton Biovolume (mm ³ /L)	
Calculation Function	$Y1 = 1.403 \times \ln(x) - 0.0152$	$Y1 = 1.3591 \times \ln(x) + 0.4987$
H / G	2.95	2.09
G / M	6.0	4.4
M / P	12.2	9.1
P / B	25.1	19.0

Lake Type	10	13	11.2
Parameter	Total Phytoplankton Biovolume (mm ³ /L)		
Calculation Function	$Y1 = 1.1704 \times \ln(x) + 1.0996$	$Y1 = 1.2362 \times \ln(x) + 1.8321$	$Y1 = 1.3538 \times \ln(x) - 0.4664$
H / G	1.4	0.7	4.3
G / M	3.3	1.7	9.0
M / P	7.7	3.8	18.5
P / B	18.1	8.0	39.0

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

4.1.2 Metric “chlorophyll-a_{mean}”

To obtain the seasonal mean chlorophyll-a value, the raw data must be summed and averaged in a given subsequence (a–d):

- Average the results from multiple sampling stations if they belong to the same water body (same lake code).
- Average the results for multiple sampling dates if they belong to the same month.
- Average the monthly means if they are from the period “April to October”.

Table 4-2: Boundaries for status classes and lake type-specific functions used to calculate the parameter index value for “chlorophyll-a_{mean}”.

Lake Type	1 and 2+3	4
Parameter	Chlorophyll-a _{mean} in µg/L	
Calculation Function	$Y2 = 1.6063 \times \ln(x) - 0.5962$	$Y2 = 1.6063 \times \ln(x) + 0.4038$
H / G	3.7	2.0
G / M	6.9	3.7
M / P	12.8	6.9
P / B	23.9	12.8

Lake Type	11.1 and 12	14
Parameter	Chlorophyll-a _{mean} in µg/L	
Calculation Function	$Y2 = 1.6271 \times \ln(x) - 2.1865$	$Y2 = 1.6408 \times \ln(x) - 1.7365$
H / G	9.7	7.2
G / M	17.8	13.2
M / P	32.9	24.3
P / B	61.0	44.8

Lake type	10	13	11.2
Parameter	Chlorophyll-a _{mean} in µg/L		
Calculation Function	$Y2 = 1.7906 \times \ln(x) - 1.9474$	$Y2 = 1.7364 \times \ln(x) - 1.2334$	$Y2 = 1.3715 \times \ln(x) - 1.9019$
H / G	6.9	4.8	11.9
G / M	12.0	8.6	24.8
M / P	21.0	15.3	51.2
P / B	36.5	27.3	106.5

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

- d) Transform the resulting **vegetation mean of “chlorophyll-a_{mean}” (x)** to the parameter index value (**Y2**) based on lake type-specific functions (select calculation function; see Table 4-2). Select the proper lake type from Table 3-1. Additionally, the boundaries for the status classes are given informatively.

4.1.3 Metric “chlorophyll-a_{maximum}”

To calculate the parameter index value for “chlorophyll-a_{maximum}”, the raw data must first be evaluated for compliance with the following conditions (a–b):

Table 4-3: Boundaries for status classes and lake type-specific functions to calculate the parameter index value for “chlorophyll-a_{maximum}”.

Lake Type	1 and 2+3	4
Parameter	Chlorophyll-a _{maximum} in µg/L	
Calculation Function	$Y3 = 1.5378 \times \ln(x) - 1.3645$	$Y3 = 1.5378 \times \ln(x) - 0.3645$
H / G	6.44	3.36
G / M	12.34	6.4
M / P	23.65	12.3
P / B	45.32	23.6

Lake Type	11.1 and 12	14
Parameter	Chlorophyll-a _{maximum} in µg/L	
Calculation Function	$Y3 = 1.5378 \times \ln(x) - 2.8645$	$Y1 = 1.5378 \times \ln(x) - 2.3645$
H / G	17	12
G / M	33	24
M / P	63	45
P / B	120	87

Lake Type	10	13	11.2
Parameter	Chlorophyll-a _{maximum} in µg/L		
Calculation Function	$Y3 = 1.9455 \times \ln(x) - 3.7668$	$Y3 = 1.7531 \times \ln(x) - 2.353$	$Y3 = 1.5872 \times \ln(x) - 3.4035$
H / G	15	9	22
G / M	25	16	41
M / P	42	28	78
P / B	70	50	145

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

- a) More than two months were sampled for chlorophyll-a analysis.
- b) The maximum chlorophyll-a value is more than 125% of the mean chlorophyll-a value.

If both conditions are fulfilled, the resulting “chlorophyll-a_{maximum}” value (x) is transformed to the parameter index value (Y3) based on lake type-specific functions (select calculation function; see Table 4-3). Select the proper lake type from Table 3-1. Additionally, the boundaries for the status classes are given informatively.

If neither condition a) nor condition b) is met, then this metric is not assessed.

4.2 Metric “algal classes”

The metric “algal classes” is composed of two or three different single parameters depending on the lake type. The following parameters are used:

- Biovolume of “Cyanobacteria”
- Biovolume of “Chlorophyceae”
- Biovolume of summed “Chlorophyceae + Cryptophyceae”
- Biovolume of “Dinophyceae + Cyanobacteria”
- Proportion of “Dinophyceae” to total biovolume
- Proportion of “Chrysophyceae” to total biovolume

These parameters are assessed independently and finally averaged arithmetically to yield the metric “algal classes”.

To obtain the single parameter values, the raw data must be calculated by the following procedure:

- a) Sum all taxon biovolumes belonging to the selected algal classes on each sampling date, excluding heterotrophic organisms. For some parameters, two different algal classes are summed.
- b) Average the data from multiple sampling stations if they belong to the same water body (same code).
- c) Average the data from multiple sampling dates if they belong to the same month.
- d) Average the monthly means if derived from the period “April to October” or “July to October”, depending on parameter and lake type.
- e) It is necessary to calculate the algal class to total biovolume contribution for some of the single parameters based on period mean values.
- f) The ecological status class is calculated from the average values by comparison with boundaries (Table 4-4 to Table 4-10). The boundaries are different for almost every lake type and algal class.

In the case of Cyanobacteria in lakes in the Alps and pre-Alps (lake types 1–4) and in the case of Chlorophyceae in lowland lakes belonging to lake types 12 and 14, there is only one boundary value to describe the “bad” status. If values are below this boundary, then the assessment cannot be made with these single parameters.

To assess the other single parameters, the algal class value (x) is transformed to the parameter index value (Y) by lake type-specific functions. Select the calculation function from Table 4-4 to Table 4-10. Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations. Select the proper lake type from Table 3-1. Additionally, the boundaries for the status classes are given informatively.

- g) To obtain the complete index result for the metric “algal classes”, the results of the two to three applicable single parameters are averaged.

Table 4-4: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake types 1, 2 and 3 (pre-Alpine lakes).

Single Parameter for Algal Class Metric	Cyanobacteria	Chlorophyceae + Cryptophyceae
Unit of X	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	April–October	April–October
H / G	----	0.14
G / M	----	0.34
M / P	----	0.80
P / B	3	1.86
Calculation Function	If > 3 then class status = 5, otherwise no index value	$y = 1.1752\ln(x) + 3.7679$

Table 4-5: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake type 4 (Alpine lakes).

Single Parameter for Algal Class Metric	Cyanobacteria	Chlorophyceae + Cryptophyceae	Dinophyceae
Unit of X	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L	%
Period of Input Value	April–October	April–October	July–October
H / G	----	0.12	17.1
G / M	----	0.27	9.5
M / P	----	0.60	5.2
P / B	1	1.35	2.9
Calculation Function	If > 1 then class status = 5, otherwise no index value	$y = 1.2407\ln(x) + 4.1292$	$y = -1.6962\ln(x) + 6.3161$

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

Table 4-6: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake types 10 and 13 (stratified lowland lakes).

Single Parameter for Algal Class Metric	Chrysophyceae	Chlorophyceae	Dinophyceae + Cyanobacteria
Unit of x	%	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	April–October	July–October	July–October
H / G	2.5	0.11	0.9
G / M	1.2	0.20	2.0
M / P	0.6	0.38	4.4
P / B	0.3	0.72	10
Calculation Function	$y = -1.4174\ln(x) + 2.7817$	$y = 1.5582\ln(x) + 5.0098$	$y = 1.248\ln(x) + 1.6359$

Table 4-7: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake type 11.1.

Single Parameter for Algal Class Metric	Cyanobacteria
Unit of x	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	July–October
H / G	1.5
G / M	3.0
M / P	6.0
P / B	12.0
Calculation Function	$y = 1.4531\ln(x) + 0.8916$

Table 4-8: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake type 11.2.

Single Parameter for Algal Class Metric	Dinophyceae	Chlorophyceae	Cyanobacteria
Unit of x	%	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	July–October	July–October	July–October
H / G	10	0.15	1.5
G / M	5	0.4	3.5
M / P	2.5	1.12	8
P / B	1.25	3	19
Calculation Function	$y = -1.4427\ln(x) + 4.8219$	$y = 0.9982\ln(x) + 3.3997$	$y = 1.1842\ln(x) + 1.0217$

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

Table 4-9: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake type 12 (flushing lakes).

Single Parameter for Algal Class Metric	Chlorophyceae	Cyanobacteria
Unit of x	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	July–October	July–October
H / G	----	1.94
G / M	----	3.91
M / P	----	7.9
P / B	> 1	16
Calculation Function	If > 1 then class status = 5, otherwise no index value	$y = 1.4219\ln(x) + 0.5595$

Table 4-10: Boundaries of the single parameters and their calculation functions that must be applied to lake type 14.

Single Parameter for Algal Class Metric	Dinophyceae + Cyanobacteria	Chlorophyceae
Unit of x	Biovolume mm ³ /L	Biovolume mm ³ /L
Period of Input Value	July–October	July–October
H / G	1.1	----
G / M	2.29	----
M / P	4.75	----
P / B	9.9	> 1
Calculation Function	$y = 1.3659\ln(x) + 1.3696$	If > 1 then class status = 5, otherwise no index value

Resulting values (index values) smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations.

4.3 Assessment using indicator taxa (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index, PTSI)

Assessing lakes with the metric PTSI is done in **two steps**:

Step 1: Trophic classification (oligotrophic to hypertrophic) of lakes by means of indicator taxa. The scale of values is congruent to those of the LAWA Trophic-Index (1999) and is comparable with respect to the definition of the trophic status by LAWA Trophic Index (see current status classification in LAWA 1999).

Step 2: Assessment by means of the PTSI. For this, the PTSI is compared to the preset trophic reference value of the appropriate lake type (Table 4-14). The difference with the reference value is first calculated and subsequently transformed to a PTSI quality value (EQ), which ranges from 0.5 to 5.5.

Select proper indicator list

First, the adequate indicator taxa list is selected for the lake to be assessed. There are currently three lists available (see Table 4-11). The whole list with trophic scores and weighting factors (“stenoecy” factor) can be seen in Table 4-15.

Table 4-11: German lake types after Mathes et al. (2002) and the appropriate indicator list for applying the PTSI.

Lake type LAWA	Adequate indicator list	Abbreviation
1, 2, 3 and 4	List to apply to lakes of the Alps and pre-Alps	AVA
10 and 13	List to apply to stratified lakes of the lowlands	TLgesch
11, 12 and 14	List to apply to polymictic lakes of the lowlands	TLpoly

Currently, there is no list for lakes of the lower mountain regions. For these lakes, the taxa list for Alpine and pre-Alpine lakes can be used for provisional results.

About step 1: Trophic classification

The PTSI must be calculated for each sampling date. To do this all, corresponding taxa findings are linked to the list of indicators with their trophic scores and weighting factors (“stenoecy” factor) given in Table 4-15. The biovolume value of a taxon is taken into account in terms of abundance classes. Taxa biovolume values are transformed into eight different abundance classes using Table 4-12.

The calculation equation for PTSI is similar to common indicator-based equations like the saprobity index (DIN 38410) or the diatom index (Hofmann in Schaumburg et al. 2004):

$$PTSI = \frac{\sum (abundance\ category_i \times TAW_i \times stenoecy\ factor_i)}{\sum (abundance\ category_i \times stenoecy\ factor_i)}$$

PTSI = Phytoplankton-Taxa-Seen-Index [Phytoplankton-Taxa-Lake-Index] per sample

Abundance category_i = Abundance category of the indicator taxon with the index i; class of biovolumes, see Table 4-12

TAW_i = Trophic score of the indicator taxon with the index i

Stenoecy factor_i = Stenoecy factor of the indicator taxon with the index i

For proper lake classification, the sampling dates should be evenly distributed throughout the year. The daily PTSI results are averaged arithmetically. At least four and, in the normal case, six sampling dates should be available to assess the trophic status of a given year of investigation. The determination of the trophic status from a single value or from the annual mean of PTSIs can be done following Table 4-13.

Table 4-12: Determination of abundance classes from the biovolume of an indicator taxon before PTSI calculation.

Class ranges of biovolumes (mm ³ /L)	Abundance class
≤ 0.0001	1
> 0.0001–0.001	2
> 0.001–0.01	3
> 0.01–0.1	4
> 0.1–1	5
> 1–5	6
> 5–25	7
> 25	8

Table 4-13: Determination of the trophic status of a lake by means of PTSI (range of scale and of the trophic status are similar to definitions in German trophic classification in LAWA 1999).

PTSI	Trophic class	Abbreviation
0.5–1.5	oligotrophic	o
> 1.5–2.0	mesotrophic 1	m1
> 2.0–2.5	mesotrophic 2	m2
> 2.5–3.0	eutrophic 1	e1
> 3.0–3.5	eutrophic 2	e2
> 3.5–4.0	polytrophic 1	p1
> 4.0–4.5	polytrophic 2	p2
> 4.5	hypertrophic	h

About step 2: Assessment according to the WFD with regard to the lake type-specific trophic reference value

The ecological status (EQ) according to the WFD can be determined from the difference between the annual PTSI and the reference trophic status. The EQ value of PTSI ranges from 0.5 to 5.5. It can be calculated directly using the following equation:

$$\text{EQ PTSI} = 0.5 + (\text{PTSI} - \text{trophic reference value}) \times 2$$

In a very few cases, the EQ value of the PTSI may be below 0.5 or may exceed 5.5. Therefore, values smaller than 0.5 are set to 0.5, and values larger than 5.5 are set to 5.5 for further PSI calculations. Table 4-14 is used to convert the index to the ecological quality class of the WFD system.

The assessment only gives a reliable indication of the trophic status if more than 3.9 indicator taxa per sample are included in the annual mean and if at least four sampling dates per year

are available. If these conditions are not fulfilled, then the index result is not reliable and is only tentative.

Table 4-14: Trophic status of the lake types at reference conditions and for all ecological classes, given as the upper class boundaries in LAWA Trophic Index and PTSI units.

	Lake types for phytoplankton-based assessment (sorted by increasing trophic status in reference)									
	4	1	2+3	13	10.1	10.2	14	11.1	12	11.2
Trophic status in reference (LAWA/PTSI units)	0.75	1.25	1.25	1.25	1.50	1.75	1.75	2.00	2.00	2.25
Class boundaries between the 5 ecological quality classes										
High/good	1.25	1.75	1.75	1.75	2.00	2.25	2.25	2.50	2.50	2.75
Good/moderate	1.75	2.25	2.25	2.25	2.50	2.75	2.75	3.00	3.00	3.25
Moderate/poor	2.25	2.75	2.75	2.75	3.00	3.25	3.25	3.50	3.50	3.75
Poor/bad	2.75	3.25	3.25	3.25	3.50	3.75	3.75	4.00	4.00	4.25

Table 4-15: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types. List continues in Tables 4-15 a to 4-15 e.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor
10	Bacillariophyceae	Acanthoceras	2.10	1	3.94	2		
1	Bacillariophyceae	Acanthoceras zachariasii	2.10	1	3.94	2		
8	Bacillariophyceae	Actinocyclus			4.95	3		
7	Bacillariophyceae	Actinocyclus normanii			4.95	3		
12	Bacillariophyceae	Amphora ovalis					0.82	2
73	Bacillariophyceae	Asterionella			2.18	1		
72	Bacillariophyceae	Asterionella formosa			2.18	1		
75	Bacillariophyceae	Aulacoseira ambigua	2.81	1	5.68	2	3.35	3
78	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata	3.97	1	4.35	1	2.95	1
79	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata var. angustissima	3.97	1	4.35	1	2.95	1
77	Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata var. curvata	3.97	1	4.35	1	2.95	1
81	Bacillariophyceae	Aulacoseira islandica	2.55	2			1.11	1
84	Bacillariophyceae	Aulacoseira subarctica					1.74	2
247	Bacillariophyceae	Cyclostephanos dubius	3.59	2	4.77	2		
248	Bacillariophyceae	Cyclostephanos invisitatus	3.55	1	5.46	1		
251	Bacillariophyceae	Cyclotella bodanica					0.95	2
252	Bacillariophyceae	Cyclotella comensis	0.65	2	1.01	2	0.88	2
254	Bacillariophyceae	Cyclotella cyclopuncta					1.32	1
255	Bacillariophyceae	Cyclotella delicatula					0.91	1
256	Bacillariophyceae	Cyclotella distinguenda					1.72	1
257	Bacillariophyceae	Cyclotella distinguenda var. unipunctata					1.72	1
258	Bacillariophyceae	Cyclotella glomerata					0.67	2
870	Bacillariophyceae	Cyclotella krammeri	0.68	2				
260	Bacillariophyceae	Cyclotella meneghiniana	2.44	2	4.45	1		
261	Bacillariophyceae	Cyclotella ocellata	1.60	2	0.93	2	2.50	1
262	Bacillariophyceae	Cyclotella pseudostelligera	2.91	1			1.02	4
264	Bacillariophyceae	Cyclotella radiosa	2.76	2	1.45	1		
872	Bacillariophyceae	Cyclotella tripartita	0.66	2				
269	Bacillariophyceae	Cymatopleura solea					0.72	2
283	Bacillariophyceae	Diatoma tenuis	3.11	1	2.91	1	1.16	2
284	Bacillariophyceae	Diatoma vulgaris					0.79	2
336	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina	1.91	1	1.25	2	1.39	2
337	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina radians - Sippen	1.91	1	1.25	2	1.39	2
338	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina var. gracilis	1.91	1	1.25	2	1.39	2
1169	Bacillariophyceae	Fragilaria capucina var. vaucheriae	1.91	1	1.25	2	1.39	2
341	Bacillariophyceae	Fragilaria construens	1.79	1	2.74	1		
1170	Bacillariophyceae	Fragilaria construens f. venter	1.79	1	2.74	1		
342	Bacillariophyceae	Fragilaria crotonensis	1.84	1	1.98	1		
343	Bacillariophyceae	Fragilaria cyclopus					1.19	3
348	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna			2.70	1		
349	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	3.63	1	4.05	1		
350	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna danica - Sippen					1.19	4
352	Bacillariophyceae	Fragilaria ulna var. ulna					1.19	1
393	Bacillariophyceae	Gyrosigma attenuatum					1.59	2
446	Bacillariophyceae	Melosira varians			3.60	2		
494	Bacillariophyceae	Nitzschia acicularis -Formenkreis			4.30	1		
504	Bacillariophyceae	Nitzschia palea					0.99	1
505	Bacillariophyceae	Nitzschia sigmaidea	1.16	2	2.11	1		
626	Bacillariophyceae	Rhizosolenia longiseta	1.25	2				
994	Bacillariophyceae	Skeletonema potamos			5.07	3		
896	Bacillariophyceae	Stephanocostis chantaica	0.71	2				
717	Bacillariophyceae	Stephanodiscus alpinus	2.71	1	2.02	1		
719	Bacillariophyceae	Stephanodiscus binderanus	3.01	2			1.04	1
721	Bacillariophyceae	Stephanodiscus hantzschii	2.16	1			2.97	3
723	Bacillariophyceae	Stephanodiscus minutulus	2.07	2	2.32	1		
725	Bacillariophyceae	Stephanodiscus neoastreae	1.94	1	2.62	1	1.70	3
742	Bacillariophyceae	Tabellaria fenestrata	0.74	3	0.93	2	1.65	2
743	Bacillariophyceae	Tabellaria flocculosa	0.97	2			1.26	3
5	Chlorophyceae	Actinastrum hantzschii	4.60	1	5.05	1		

Continuation of Table 4-15 a: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor
45	Chlorophyceae	Ankistrodesmus					3.00	2
39	Chlorophyceae	Ankistrodesmus bibraianus					3.00	2
41	Chlorophyceae	Ankistrodesmus fusiformis					3.00	2
1061	Chlorophyceae	Ankistrodesmus gelifactum					3.00	2
42	Chlorophyceae	Ankistrodesmus gracilis					3.00	2
44	Chlorophyceae	Ankistrodesmus nannoselene					3.00	2
46	Chlorophyceae	Ankistrodesmus spiralis					3.00	2
52	Chlorophyceae	Ankyra	3.71	2				
48	Chlorophyceae	Ankyra ancora	3.71	2			2.70	1
49	Chlorophyceae	Ankyra judayi	3.71	2	1.89	1	2.72	2
50	Chlorophyceae	Ankyra lanceolata	3.71	2	1.83	3	2.65	2
94	Chlorophyceae	Botryococcus braunii	0.71	1			0.75	2
100	Chlorophyceae	Carteria	2.05	1	4.40	2	2.75	2
1010	Chlorophyceae	Carteria globulosa	2.05	1	4.40	2	2.75	2
1011	Chlorophyceae	Carteria multifilis	2.05	1	4.40	2	2.75	2
99	Chlorophyceae	Carteria pseudomultifilis	2.05	1	4.40	2	2.75	2
1006	Chlorophyceae	Characium					2.87	2
109	Chlorophyceae	Chlamydocapsa planctonica					2.42	1
122	Chlorophyceae	Chlorella	2.39	1	4.81	1	3.55	2
120	Chlorophyceae	Chlorella ellipsoidea	2.39	1	4.81	1	3.55	2
121	Chlorophyceae	Chlorella pyrenoidosa	2.39	1	4.81	1	3.55	2
123	Chlorophyceae	Chlorella vulgaris	2.39	1	4.81	1	3.55	2
749	Chlorophyceae	Chlorotetraedron incus	4.93	3				
179	Chlorophyceae	Coelastrum astroideum	2.86	2	3.55	1	3.07	1
181	Chlorophyceae	Coelastrum microporum					2.20	2
183	Chlorophyceae	Coelastrum pseudomicroporum					2.87	2
184	Chlorophyceae	Coelastrum reticulatum	1.89	3			2.37	1
213	Chlorophyceae	Crucigenia			2.05	1		
210	Chlorophyceae	Crucigenia fenestrata			2.05	1		
212	Chlorophyceae	Crucigenia quadrata			2.05	1	2.85	4
214	Chlorophyceae	Crucigenia tetrapedia	4.87	1	2.05	1	2.80	1
215	Chlorophyceae	Crucigeniella apiculata			4.73	4		
217	Chlorophyceae	Crucigeniella rectangularis	1.99	1			1.41	2
288	Chlorophyceae	Dictyosphaerium ehrenbergianum	4.01	2				
289	Chlorophyceae	Dictyosphaerium pulchellum	2.27	1	2.25	1		
291	Chlorophyceae	Dictyosphaerium tetrachotomum	0.95	1				
320	Chlorophyceae	Eudorina elegans			4.59	2	2.77	2
366	Chlorophyceae	Golenkinia radiata	4.23	1			3.30	1
420	Chlorophyceae	Lagerheimia ciliata	3.83	1			3.12	1
422	Chlorophyceae	Lagerheimia genevensis	3.15	1				
425	Chlorophyceae	Lagerheimia subsalsa					3.02	1
450	Chlorophyceae	Micractinium pusillum	3.29	1			3.45	2
469	Chlorophyceae	Monoraphidium griffithii			5.34	1	3.05	1
471	Chlorophyceae	Monoraphidium komarkovae	2.33	1	5.09	3	1.77	1
472	Chlorophyceae	Monoraphidium minutum	3.90	2	2.82	2	3.60	2
490	Chlorophyceae	Nephrocytium agardhianum					1.76	2
513	Chlorophyceae	Oocystis borgei			5.01	1		
514	Chlorophyceae	Oocystis lacustris			2.70	1		
515	Chlorophyceae	Oocystis marssonii	2.22	2			3.15	1
527	Chlorophyceae	Pandorina morum			4.55	2		
535	Chlorophyceae	Pediastrum duplex					3.02	2
536	Chlorophyceae	Pediastrum duplex var. gracillimum					3.02	2
539	Chlorophyceae	Pediastrum simplex			4.91	1	2.60	2
541	Chlorophyceae	Pediastrum tetras					3.05	3
565	Chlorophyceae	Phacotus			4.89	1		
563	Chlorophyceae	Phacotus lendneri			4.89	1	2.30	1
564	Chlorophyceae	Phacotus lenticularis			4.89	1		
614	Chlorophyceae	Quadrigula pfitzeri	0.78	2	0.93	4		

Continuation of Table 4-15 b: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy- factor	TAW = trophic score	stenoecy- factor	TAW = trophic score	stenoecy- factor
676	Chlorophyceae	Scenedesmus					3.25	1
638	Chlorophyceae	Scenedesmus aculeolatus					3.25	1
639	Chlorophyceae	Scenedesmus acuminatus	4.97	1	5.11	2	3.25	1
641	Chlorophyceae	Scenedesmus acutus			6.06	1	3.25	1
1065	Chlorophyceae	Scenedesmus arcuatus					3.25	1
644	Chlorophyceae	Scenedesmus arthrodesmiformis					3.25	1
1211	Chlorophyceae	Scenedesmus bernardii					3.25	1
645	Chlorophyceae	Scenedesmus bicaudatus			0.99	1	3.25	1
647	Chlorophyceae	Scenedesmus brasiliensis					3.25	1
650	Chlorophyceae	Scenedesmus costato-granulatus	0.76	2			3.25	1
1212	Chlorophyceae	Scenedesmus dispar					3.25	1
655	Chlorophyceae	Scenedesmus ecornis					3.25	1
661	Chlorophyceae	Scenedesmus lefevrii					3.25	1
662	Chlorophyceae	Scenedesmus linearis	3.42	2			1.63	1
663	Chlorophyceae	Scenedesmus longispina					3.25	1
666	Chlorophyceae	Scenedesmus obtusus					3.25	1
667	Chlorophyceae	Scenedesmus opoliensis	4.99	2	5.15	1		
1101	Chlorophyceae	Scenedesmus ovalternus					3.25	1
669	Chlorophyceae	Scenedesmus quadricauda					3.25	1
672	Chlorophyceae	Scenedesmus semipulcher					3.25	1
673	Chlorophyceae	Scenedesmus sempervirens					3.25	1
675	Chlorophyceae	Scenedesmus serratus					3.25	1
1102	Chlorophyceae	Scenedesmus smithii					3.25	1
1033	Chlorophyceae	Scenedesmus spinosus					3.25	1
677	Chlorophyceae	Scenedesmus subspicatus					3.25	1
678	Chlorophyceae	Scenedesmus tenuispina					3.25	1
679	Chlorophyceae	Scenedesmus verrucosus			1.64	1		
683	Chlorophyceae	Schroederia	3.79	1	2.15	1	2.47	1
990	Chlorophyceae	Schroederia nitzschioides	3.79	1	2.15	1	2.47	1
682	Chlorophyceae	Schroederia setigera	3.79	1	2.15	1	2.47	1
991	Chlorophyceae	Schroederia spiralis	3.79	1	2.15	1	2.47	1
746	Chlorophyceae	Tetrachlorella alternans	0.72	1			1.80	3
748	Chlorophyceae	Tetraedron caudatum			4.85	1		
751	Chlorophyceae	Tetraedron minimum			3.83	1		
764	Chlorophyceae	Tetrastrum staurogeniaeforme			3.17	1		
765	Chlorophyceae	Tetrastrum triangulare	4.07	1	4.20	1	1.59	1
814	Chlorophyceae	Volvox					2.52	3
812	Chlorophyceae	Volvox aureus					2.52	3
813	Chlorophyceae	Volvox globator					2.52	3
815	Chlorophyceae	Willea irregularis					1.37	2
817	Chlorophyceae	Willea vilhelmii	1.03	3				
848	Choanoflagellata	Stelxomonas dichotoma					2.05	3
90	Chrysophyceae	Bitrichia chodatii	0.70	3			0.86	3
142	Chrysophyceae	Chrysamoeba	0.92	2				
151	Chrysophyceae	Chrysolykos planctonicus					1.33	1
152	Chrysophyceae	Chrysolykos skujae					0.77	2
306	Chrysophyceae	Dinobryon			1.45	1		
296	Chrysophyceae	Dinobryon bavaricum	1.65	1	1.04	1	1.95	1
297	Chrysophyceae	Dinobryon crenulatum	0.80	1				
298	Chrysophyceae	Dinobryon cylindricum	0.90	1	0.98	1		
299	Chrysophyceae	Dinobryon divergens	1.08	1	1.69	1	1.18	1
300	Chrysophyceae	Dinobryon divergens var. schauinslandii	1.08	1	1.69	1	1.18	1
302	Chrysophyceae	Dinobryon sertularia	1.15	2			2.22	1
303	Chrysophyceae	Dinobryon sociale	1.70	1	1.75	1	1.61	1
304	Chrysophyceae	Dinobryon sociale var. americana	1.70	1	1.75	1	1.61	1
305	Chrysophyceae	Dinobryon sociale var. stipitatum	1.70	1	1.75	1	1.61	1
438	Chrysophyceae	Mallomonas akrokomos					2.90	2
439	Chrysophyceae	Mallomonas caudata	2.60	1			2.25	2

Continuation of Table 4-15 c: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor
512	Chrysophyceae	Ochromonas	1.74	1				
508	Chrysophyceae	Ochromonas globosa	1.74	1				
509	Chrysophyceae	Ochromonas nana	1.74	1				
510	Chrysophyceae	Ochromonas ornata	1.74	1				
511	Chrysophyceae	Ochromonas sphaerella	1.74	1				
599	Chrysophyceae	Pseudokephyrion entzii			1.50	1		
601	Chrysophyceae	Pseudopedinella erkensis					1.25	1
850	Chrysophyceae	Stichogloea doederleinii	0.66	2				
740	Chrysophyceae	Synura	3.20	3	2.08	1		
1311	Chrysophyceae	Synura sphagnicola	3.20	3	2.08	1		
741	Chrysophyceae	Synura uvella	3.20	3			3.00	3
811	Chrysophyceae	Uroglena	1.30	1			1.82	1
810	Chrysophyceae	Uroglena americana	1.30	1			1.82	1
158	Conjugatophyceae	Closterium aciculare	2.02	1	3.72	1	1.90	2
159	Conjugatophyceae	Closterium acutum	4.40	1	1.41	1	2.40	2
160	Conjugatophyceae	Closterium acutum var. linea			6.04	2		
161	Conjugatophyceae	Closterium acutum var. variabile			1.95	1	2.95	2
168	Conjugatophyceae	Closterium limneticum			3.99	2	3.10	1
172	Conjugatophyceae	Closterium pronum			5.23	1		
198	Conjugatophyceae	Cosmarium bioculatum	0.65	1			2.35	1
199	Conjugatophyceae	Cosmarium depressum					1.68	2
200	Conjugatophyceae	Cosmarium depressum var. planctonicum					1.68	2
477	Conjugatophyceae	Mougeotia	2.96	2	2.78	1	2.45	1
478	Conjugatophyceae	Mougeotia thylespora	2.96	2	2.78	1	2.45	1
479	Conjugatophyceae	Mougeotia viridis	2.96	2	2.78	1	2.45	1
708	Conjugatophyceae	Staurastrum gracile	3.34	1	5.68	4		
709	Conjugatophyceae	Staurastrum gracile var. nanum	3.34	1	5.68	4		
710	Conjugatophyceae	Staurastrum paradoxum			4.99	2	2.92	2
711	Conjugatophyceae	Staurastrum pingue	1.34	2				
713	Conjugatophyceae	Staurastrum tetracerum	1.03	2	1.86	1	3.50	2
236	Cryptophyceae	Cryptomonas 30-35µm			3.36	1	2.00	2
237	Cryptophyceae	Cryptomonas 35-40µm			3.36	1	2.00	2
238	Cryptophyceae	Cryptomonas 40-45µm			3.36	1	2.00	2
239	Cryptophyceae	Cryptomonas 45-50µm			3.36	1	2.00	2
240	Cryptophyceae	Cryptomonas 50-55µm			3.36	1	2.00	2
241	Cryptophyceae	Cryptomonas 55-60µm			3.36	1	2.00	2
220	Cryptophyceae	Cryptomonas curvata			3.36	1	2.00	2
221	Cryptophyceae	Cryptomonas erosa	1.81	1				
222	Cryptophyceae	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	1.81	1				
225	Cryptophyceae	Cryptomonas ovata	1.81	1				
226	Cryptophyceae	Cryptomonas phaseolus	1.81	1				
228	Cryptophyceae	Cryptomonas rostratiformis			3.36	1	2.00	2
17	Cyanobacteria	Anabaena circinalis	3.25	2	5.20	2		
18	Cyanobacteria	Anabaena compacta			6.11	2		
19	Cyanobacteria	Anabaena crassa			3.00	4		
21	Cyanobacteria	Anabaena flos-aquae					1.35	1
941	Cyanobacteria	Anabaena flos-aquae/ A. perturbata					1.35	1
24	Cyanobacteria	Anabaena lemmermannii	1.50	1				
26	Cyanobacteria	Anabaena planctonica					2.97	2
29	Cyanobacteria	Anabaena solitaria					1.35	1
32	Cyanobacteria	Anabaena spiroides			4.50	1	1.10	1
1268	Cyanobacteria	Anabaena viguieri			6.12	3		
38	Cyanobacteria	Anabaenopsis	4.72	1	6.12	2		
35	Cyanobacteria	Anabaenopsis arnoldii	4.72	1	6.12	2		
37	Cyanobacteria	Anabaenopsis elenkinii	4.72	1	6.12	2		
58	Cyanobacteria	Aphanizomenon			3.88	1	2.75	1
54	Cyanobacteria	Aphanizomenon flos-aquae			3.88	1	2.67	2
55	Cyanobacteria	Aphanizomenon gracile	3.38	1	3.88	1	2.85	2
56	Cyanobacteria	Aphanizomenon issatschenkoi	4.17	2	3.88	1		

Continuation of Table 4-15 d: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor
64	Cyanobacteria	Aphanocapsa			1.34	1		
59	Cyanobacteria	Aphanocapsa delicatissima			1.34	1	1.63	1
60	Cyanobacteria	Aphanocapsa elachista			1.34	1	2.17	1
861	Cyanobacteria	Aphanocapsa grevillei			1.34	1		
61	Cyanobacteria	Aphanocapsa holsatica			1.34	1		
62	Cyanobacteria	Aphanocapsa incerta			1.34	1		
63	Cyanobacteria	Aphanocapsa reinboldii			1.34	1		
66	Cyanobacteria	Aphanothece clathrata	1.10	2	0.92	1	1.61	1
134	Cyanobacteria	Chroococcus limneticus	0.82	1	1.59	1	1.13	2
135	Cyanobacteria	Chroococcus minutus	1.00	1			1.14	2
137	Cyanobacteria	Chroococcus turgidus					0.63	2
187	Cyanobacteria	Coelosphaerium kuetzingianum	1.12	1				
246	Cyanobacteria	Cyanodictyon	1.28	2				
244	Cyanobacteria	Cyanodictyon imperfectum	1.28	2				
245	Cyanobacteria	Cyanodictyon planctonicum	1.28	2				
1287	Cyanobacteria	Cyanodictyon reticulatum	1.28	2				
267	Cyanobacteria	Cylindrospermopsis raciborskii	4.80	2	4.97	1		
365	Cyanobacteria	Gloeotrichia echinulata	1.86	1				
375	Cyanobacteria	Gomphosphaeria			3.26	1		
370	Cyanobacteria	Gomphosphaeria aponina			3.26	1		
975	Cyanobacteria	Gomphosphaeria natans			3.26	1		
427	Cyanobacteria	Leptolyngbya tenuis					1.23	2
431	Cyanobacteria	Limnithrix planctonica	4.20	3	5.40	4		
432	Cyanobacteria	Limnithrix redekei	4.04	1	4.68	2	4.25	2
448	Cyanobacteria	Merismopedia	1.56	1	5.13	1	2.55	1
879	Cyanobacteria	Merismopedia elegans	1.56	1	5.13	1	2.55	1
931	Cyanobacteria	Merismopedia glauca	1.56	1	5.13	1	2.55	1
920	Cyanobacteria	Merismopedia minima	1.56	1	5.13	1	2.55	1
1020	Cyanobacteria	Merismopedia punctata	1.56	1	5.13	1	2.55	1
449	Cyanobacteria	Merismopedia tenuissima	1.56	1	5.13	1	2.55	1
452	Cyanobacteria	Microcystis aeruginosa	3.06	1	2.28	1	3.20	2
455	Cyanobacteria	Microcystis flos-aquae	3.75	1			2.82	1
460	Cyanobacteria	Microcystis viridis	2.50	2	2.36	2		
462	Cyanobacteria	Microcystis wesenbergii			4.25	1	4.50	2
524	Cyanobacteria	Oscillatoria			3.45	1		
525	Cyanobacteria	Oscillatoria trichoides			3.45	1		
579	Cyanobacteria	Planktolyngbya contorta			6.05	1	3.70	2
580	Cyanobacteria	Planktolyngbya limnetica	3.51	2	5.18	1	3.65	2
584	Cyanobacteria	Planktothrix agardhii	4.14	1	5.03	1		
586	Cyanobacteria	Planktothrix rubescens					1.55	2
594	Cyanobacteria	Pseudanabaena catenata	3.86	4				
596	Cyanobacteria	Pseudanabaena limnetica	3.94	2	4.64	1	2.32	2
621	Cyanobacteria	Rhabdoderma lineare	1.27	2				
624	Cyanobacteria	Rhabdogloea smithii					2.57	3
694	Cyanobacteria	Snowella	1.06	1	1.10	2	1.57	1
691	Cyanobacteria	Snowella atomus	1.06	1	1.10	2	1.57	1
692	Cyanobacteria	Snowella lacustris	1.06	1	1.10	2	1.57	1
693	Cyanobacteria	Snowella litoralis	1.06	1	1.10	2	1.57	1
1307	Cyanobacteria	Snowella septentrionalis	1.06	1			1.57	1
736	Cyanobacteria	Synechococcus					1.25	3
738	Cyanobacteria	Synechococcus cedrorum					1.25	3
820	Cyanobacteria	Woronichinia compacta			5.22	1		
821	Cyanobacteria	Woronichinia naegeliana	2.66	2	5.16	2	2.10	2
102	Dinophyceae	Ceratium cornutum	0.68	3			0.59	3
103	Dinophyceae	Ceratium furcoides	3.67	2	3.08	3		
104	Dinophyceae	Ceratium hirundinella			1.92	1		
390	Dinophyceae	Gymnodinium			2.22	1	1.21	1
383	Dinophyceae	Gymnodinium acuminatum			2.22	1	1.21	1
386	Dinophyceae	Gymnodinium cnecoides			2.22	1		

Continuation of Table 4-15 e: List of PTSI indicator taxa with trophic values and stenoecy factors given separately for all three groups of lake types.

taxa code number	algal class	taxa name	stratified lowland lakes (German types 10 & 13)		polymictic lowland lakes (German types 11, 12 & 14)		alpine and prealpine lakes (German types 1, 2, 3 & 4)	
			TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor	TAW = trophic score	stenoecy-factor
387	Dinophyceae	Gymnodinium fuscum			2.22	1	1.21	1
877	Dinophyceae	Gymnodinium lacustre			2.22	1	1.21	1
389	Dinophyceae	Gymnodinium lantzschii			2.22	1		
385	Dinophyceae	Gymnodinium uberrimum	1.97	1	2.22	1	0.92	1
886	Dinophyceae	Peridiniopsis			4.89	4		
957	Dinophyceae	Peridiniopsis berolinense			4.89	4		
545	Dinophyceae	Peridiniopsis cunningtonii			4.89	4		
845	Dinophyceae	Peridiniopsis penardiforme			4.89	4		
546	Dinophyceae	Peridiniopsis polonicum			4.89	4		
547	Dinophyceae	Peridinium aciculiferum			4.10	2	2.62	1
548	Dinophyceae	Peridinium bipes					2.27	2
549	Dinophyceae	Peridinium cinctum	1.21	1	4.15	1		
551	Dinophyceae	Peridinium umbonatum var. goslaviense					1.23	1
558	Dinophyceae	Peridinium umbonatum-Komplex					1.23	1
560	Dinophyceae	Peridinium willei	1.18	2	0.94	2	1.05	2
326	Euglenophyceae	Euglena	4.11	1	4.93	1	3.40	1
323	Euglenophyceae	Euglena ehrenbergii	4.11	1	4.93	1	3.40	1
998	Euglenophyceae	Euglena oxyuris	4.11	1	4.93	1	3.40	1
973	Euglenophyceae	Euglena tripteris	4.11	1	4.93	1	3.40	1
327	Euglenophyceae	Euglena variabilis	4.11	1	4.93	1	3.40	1
328	Euglenophyceae	Euglena viridis	4.11	1	4.93	1	3.40	1
566	Euglenophyceae	Phacus longicauda					3.75	1
568	Euglenophyceae	Phacus pyrum	5.00	1	6.04	2		
771	Euglenophyceae	Trachelomonas volvocina					2.15	2
144	Haptophyceae	Chrysochromulina	1.91	1	2.54	1		
143	Haptophyceae	Chrysochromulina parva	1.91	1	2.54	1		
758	Prasinophyceae	Tetraselmis cordiformis					1.26	4
313	Ulvophyceae	Elakatothrix			1.54	1		
311	Ulvophyceae	Elakatothrix gelatinosa	1.23	1	1.54	1		
312	Ulvophyceae	Elakatothrix genevensis			1.54	1		
908	Ulvophyceae	Elakatothrix lacustris			1.54	1		
413	Ulvophyceae	Koliella longiseta	3.47	2	2.87	2		
440	Ulvophyceae	Planctonema					0.94	2
578	Ulvophyceae	Planctonema lauterbornii					0.94	2
852	Xanthophyceae	Trachydiscus sexangulatus	0.65	2				
778	Xanthophyceae	Tribonema	1.30	1	2.66	2		
999	Xanthophyceae	Tribonema aequale	1.30	1	2.66	2		
1314	Xanthophyceae	Tribonema minus	1.30	1	2.66	2		
779	Xanthophyceae	Tribonema vulgare	1.30	1	2.66	2		

4.4 Optional diatom index (DI-PROF) based on samples from profundal sediments

Besides the three obligatory metrics “biomass”, “algal class” and “PTSI”, the additional metric “DI-PROF” can also be used to assess lakes. If the number of indicator taxa turns out to be too low for a valid PTSI, the DI-PROF can provide further information. The complete PSI index value including DI-PROF is entered in a separate field in the **PhytoSee** calculation tool.

DI-PROF was developed by Schönfelder (2006). It is based on subfossils of pelagic diatom valves settled down and recovered in the very upper layer of the sediments of a lake. The subfossil diatom samples should be collected from the deepest point of the profundal zone.

The taxon abundance value is determined by the proportion (relative abundance) in diatom slides and not absolutely in Utermöhl chambers.

The sampling procedure as well as the identification of the diatoms must be done in accordance with the instructions in the guideline. In each investigation period, the uppermost layer of the sediment (0–1 cm) is sampled at the deepest location of the lake.

The valves of diatoms found in this sediment sample are stored frozen and must be prepared subsequently. To determine the composition of the planktonic diatoms, permanent diatom slides (embedded in synthetic resin with a high refractive index) are examined by microscopy with 1200X magnification using oil immersion objectives with a numerical aperture higher than 1.30. The abundance value of the planktonic species (DOM-W_i) are linked to their species specific value for trophic optimum (TO-PROF_i) and weighing factor (G-PROF_i) resulting in the trophic index DI-PROF. The values of the trophic optimum and the weighting factors can be looked up in Table 4-17. To calculate the DI-PROF for a given sample k, the following equation is used:

$$DI-PROF_k = \frac{\sum(\sqrt{DOM-W_{i,k}} \times TO-PROF_i \times G-PROF_i)}{\sum(\sqrt{DOM-W_i} \times G-PROF_i)}$$

DI-PROF_k = trophic index of planktonic diatoms found in a sample (k) from the profundal zone

DOM-W_{i,k} = proportion of the taxon with index i in the sample k

TO-PROF_i = value for the trophic optimum of the taxon with the index i

G-PROF_i = weighing factor of the taxon with the index i

The deviation of DI-PROF from the trophic status under reference conditions, which is calculated as the difference between the measured and reference value, is used to determine the ecological quality status according to the WFD. Here, too, the variable and divergent trophic reference status of the lake types within the DI-PROF system must be considered (see Table 4-16).

Table 4-16: Class boundaries used to assess lakes of glacial origin in northern Germany by means of the planktonic metric DI-PROF according to Schönfelder (2006).

Lake type	Trophic status under reference conditions	Assessment / Grade				
		High	Good	Moderate	Poor	Bad
		If the detected DI-PROF value falls in the range of				
13	Oligo-mesotrophic	< 1.75	1.75...2.24	2.25...2.74	2.75...3.24	> 3.24
10	Mesotrophic	< 2.25	2.25...2.74	2.75...3.24	3.25...3.74	> 3.74
14	High mesotrophic	< 2.50	2.50...2.99	3.00...3.49	3.50...3.99	> 3.99
11	High mesotrophic	< 2.50	2.50...2.99	3.00...3.49	3.50...3.99	> 3.99
12	Eutrophic	< 3.25	3.25...3.74	3.75...4.24	4.25...4.74	> 4.74

Table 4-17: Values for trophic optimum (TO-PROF_i) and weighting factors (G-PROF_i) for indicator species of the DI-PROF according to Schönfelder (2006) extended to relevant infraspecific varieties (DV code in Mauch et al. 2003).

DV code	Taxon name according to the DV list (Mauch et al. 03)	Optimum (TO-PROF _i)	Weighting factor (G-PROF _i)
16151	<i>Actinocyclus normanii</i>	11.42	0.3
6050	<i>Asterionella formosa</i>	1.19	3.5
6798	<i>Aulacoseira ambigua</i>	7.75	0.9
6785	<i>Aulacoseira granulata</i>	8.62	0.7
16783	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>curvata</i>	8.62	0.7
6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	8.62	0.7
6907	<i>Aulacoseira islandica</i>	1.47	3.6
6786	<i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>helvetica</i>	1.47	3.6
6788	<i>Aulacoseira subarctica</i>	0.55	2.5
16791	<i>Cyclostephanos delicatus</i>	5.64	1.7
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	6.63	1.4
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	9.94	0.5
6178	<i>Cyclotella atomus</i>	5.14	2.3
6929	<i>Cyclotella comensis</i>	-6.3	0.3
16185	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0.08	1.9
6179	<i>Cyclotella distinguenda</i>	4.11	3.9
6731	<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>unipunctata</i>	0.08	1.9
6733	<i>Cyclotella krammeri</i>	-7.07	0.2
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	11.1	0.4
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	-0.77	1.5
6735	<i>Cyclotella praetermissa</i>	1.5	3.4
6945	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	2.71	5.7
6204	<i>Cyclotella radiosa</i>	1.89	4.4
6928	<i>Cyclotella rossii</i>	-0.25	1.5
16190	<i>Cyclotella schumannii</i>	-10.07	0.1
16804	<i>Cyclotella tripartita</i>	-11.38	0.1
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	5.14	2.8
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	2.61	5
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	2.95	7.1
16575	<i>Fragilaria ulna</i> acus-Sippen	3.39	5.1
6410	<i>Fragilaria ulna</i> angustissima-Sippen	6.2	1.8
6233	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	3.39	5.1
6594	<i>Nitzschia graciliformis</i>	3.75	5.5
6795	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	1.15	3.4
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	6.89	1.3
6817	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>tenuis</i>	6.89	1.3
6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	2.88	5.1
6940	<i>Stephanodiscus parvus</i>	2.88	5.1
6796	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3.79	5.8
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	-4.36	0.5
16764	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>ambigua</i>	-4.36	0.5
16765	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>	-4.36	0.5
16766	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>geniculata</i>	-4.36	0.5
16767	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>intermedia</i>	-4.36	0.5
16768	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>linearis</i>	-4.36	0.5
16769	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>pelagica</i>	-4.36	0.5
16770	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>teilingii</i>	-4.36	0.5

4.5 Calculation of the final German PSI (Phyto-See-Index)

The Phyto-See-Index is based on the metrics “biomass”, “algal class” and “PTSI”. The sensitivity of these metrics differs between the various lake types. Therefore, metric weighting factors were established to adjust the indices of the single metrics in the final calculation of the PSI. These weighting factors were derived by regression analysis, carried out for each lake type independently in correlation to the trophic status of lakes (unit LAWA Trophic Index 1999 using IST value detected for chlorophyll-a, TP and secchi depth). The weighting factors are listed in Table 4-18 and are specific for the German lake types.

The Phyto-See-Index (PSI) is calculated in the following steps:

- a) Multiply all indices by their weighting factors, which are specific for lake type and metric.
- b) Sum all results (= numerator of equation) and
- c) Divide by the sum of all applied weighting factors (denominator of equation)
- d) The result is rounded off to one decimal place
- e) Convert the PSI to the ecological status class according WDF using Table 2-1. Values from 0.5 to 1.5 indicate “high” status, values from 1.51 to 2.5 indicates “good” status and so on.

For testing purposes, the optional index DI-PROF (Schönfelder 2006) can be included into the final PSI by using the metric weighting factors in Table 4-18.

Table 4-18: Weighting factors for single metrics (G) to determine the German Phyto-See-Index (PSI). For details regarding lake types, see Table 3-1.

Lake Types	G-Factor for Metric “Biomass”	G-Factor for Metric “algal classes”	G-Factor for Metric “PTSI”	G-Factor for Metric DI-PROF (optional for lakes in the lowlands)
1	2	1	2	
2+3	2	1	2	
4	2	1	4	
10.1	1	1	1	0.5
10.2	1	1	1	0.5
11.1	4	1	2	1
11.2	4	2	1	1
12	4	2	1	1
13	4	1	2	2
14	1	1	1	0.5

Example: The following metric indices are determined for a type 12 lake:

Biomass = 3.3; Algal classes = 3; PTSI = 4.5. The calculation of PSI is done by equation:

$$\text{PSI} = \frac{(3.3 \times 4 + 3 \times 2 + 4.5 \times 1)}{7} = 3.9$$

4.6 Minimum input data for reliable PSI assessment

Currently, the studies for determination of minimum input data requirements for reliable in-hand assessment are not yet completed. Some requirements are already defined, and falling below these requirements leads to unreliable assessment results for single metrics and, thus, for PSI. If one metric is not applicable at all, a “warning” must be attached to the complete set of PSI results. This warning must be considered when action planning starts for a given water body.

The simultaneous omission of various single metrics or parameters by falling below the requirements results in an invalid PSI assessment (see case e).

The current requirements for the PSI methods are:

- a) If the number of sampling dates per year is less than four, no valid assessment is possible (an exception is made for international tests in the IC process).
- b) If the number of sampling dates per year is between four and five (at least six sampling dates per year are required for a valid assessment), the results are uncertain and must be labeled with the warning “uncertain assessment”. Uncertain assessment status is especially relevant when one must distinguish between good and moderate ecological status.
- c) The number of required indicator taxa is higher in the new method, in which four taxa per sample are needed for the annual mean. In case the indicator number in the annual mean is less than four, the PTSI metric is not applicable. Hence, the results based on the two other metrics for final PSI are uncertain and must be labeled with the warning “uncertain assessment”.
- d) In case of a complete or partial lack of the required number of chlorophyll-a data, PSI assessment is still possible. In this case, the metric “biomass” relies solely on the total bio-volume of phytoplankton. Since the European intercalibration process within the Geographic Intercalibration Group for the Central Baltic ecoregion (CB GIG) is based only on the metric “chlorophyll-a” to describe phytoplankton biomass, assessment results obtained without chlorophyll-a values are not sufficient for reports to the EU about the ecological status of lakes. The results must be labeled with the warning “uncertain assessment”.
- e) In case the number of indicator taxa falls short of four in the annual mean, and if, simultaneously, there are too few sampling dates or too few chlorophyll-a measurements, the final PSI results are no longer certain. The PSI result is invalid and must be labeled with the warning “invalid assessment”.

5 References

- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: Deneke, R. & Nixdorf, B. (Hrsg.), Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe BTU Cottbus 5/2002, 15-24.
- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands. Informationsber. Bayr. Landesamt f. Wasserw. 01/03. 388 S. Internet version March 2007; Download: http://www.wasser.lfu.bayern.de/technik/gkd/lmn/liessgewaesser_seen/taxa/.
- Milestone 6 reports (2007): Technical reports of the Geographic Intercalibration Groups. Downloads: http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/technical_report_2007
http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/milestone_reports/milestone_reports_2007.
- Mischke, U. (2006a): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel-Datei-Liste mit ausführlichen Anmerkungen. Seit Stand Sept 2006: Mischke, U. & W.-H. Kusber (2006): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Offizielle Download-Adresse im Internet: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & B. Nixdorf (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 7-115.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005a): Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons. In: Feld, C. K., S. Rödiger, M. Sommerhäuser, & G. Friedrich: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Limnologie aktuell 11. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 105-120.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005b): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bericht 18.08.2005 Bad Saarow, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Probenahmeverfahren.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2006): Überarbeitete Fassung des Berichtes: Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, 190 S. Internet version only: <http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/downloads/projekte.htm>.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. & M. Bahnwart (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 147-184.
- Schaumburg, J., Schmedtje, U., Schranz, C., Köpf, B., Schneider, S., Meilinger, P., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. & Foerster, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. BMBF (FKZ 0330033) und LAWA (O 11.03). Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft München. 355 S.
- Schönfelder, I. (2006): Anpassung des Bewertungsmoduls Diatomeenindex DI-PROF auf die Subtypen der Seen in Schleswig-Holstein. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Report December 2006, 41 S.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol 9, 1-38.

Attachment:**Calculation of the current trophic status of lakes by trophic parameters according to the German LAWA - Index (LAWA 1999)**

This text is not part of the method description of the German Phyto-See-Index to assess lakes by phytoplankton. It describes the trophic status definitions, which are used for deriving the trophic status classes of the PSI (see Table 4-13 on page 133).

A short description is given here, how to calculate the LAWA-(Trophic)-Index, which is a multi-metric to describe the current trophic state of lakes (LAWA 1999) and has been used to pre-evaluate the lakes before metric development within PSI system. The LAWA-Index detects the lake status by all three OECD trophic parameters: chlorophyll-a, total phosphorus and secchi depth. It distinguishes between stratified and polymictic lakes. The classification system is calibrated along the parameter chlorophyll-a using and modifying the approach of Vollenweider (OECD 1982).

The present trophic class can be calculated by the following equations which include weighting factors for the parameters. Obligate parameters (input fields) are basing on at least 4 samplings per year. Summer period is defined from the beginning of May to the end of September. In stratified lakes the samples should be taken from the Epilimnion.

Total-Index for current trophic status of lakes

Index calculation (current trophic class) for
stratified lakes > 5 ha
LAWA-Index
(current status)

2.5

Example:

Input fields (all obligate fields)			
Total phosphorus during spring circulation	Summer mean of total phosphorus	Summer mean of chlorophyll-a	Summer mean of Secchi depth
TP spring	TP summer	chl-a	SD
mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	M
80	20	20	5

Calculation equation of total index for stratified lakes:

$$\text{Total-Index}_{\text{stratified}} = 1.164 + 0.317 \times \text{Ln}(\text{chl-a}) - 0.291 \times \text{Ln}(\text{SD}) + 0.114 \times \text{Ln}(\text{TP spring}) + 0.109 \times \text{Ln}(\text{TP summer})$$

Index calculation (current trophic class) for
polymictic lakes > 5ha
LAWA-Index
(current status)

2.7

Example:

TP spring	TP summer	chl-a	SD
mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	M
80	20	20	5

Calculation equation of total index for polymictic lakes:

$$\text{Total-Index}_{\text{polymiktic}} = 1.131 + 0.317 \times \text{Ln}(\text{chl-a}) - 0.277 \times \text{Ln}(\text{SD}) + 0.139 \times \text{Ln}(\text{TP spring}) + 0.146 \times \text{Ln}(\text{TP summer})$$

In a further procedure according to LAWA (1999), not shown here the current trophic class is compared to a reference status (derived from morphometrical and hydrological lake characters) and allows an assessment with the LAWA – Index. For all details see:

LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development (1982): Eutrophication of Waters – monitoring, assessment and control. Paris, 154 S.

Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozösen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL

Brigitte Nixdorf¹, Eberhard Hoehn² Ursula Riedmüller², Ute Mischke³,
Ilka Schönfelder⁴ & Mandy Bahnwart⁵

¹) Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz, Forschungsstation
Bad Saarow, Seestraße 45, D-15526 Bad Saarow, e-mail: b.nixdorf@t-online.de

²) LBH, Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg, e-mail: lbh@gmx.de

³) Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V.,
Müggelseedamm 310, D-12561 Berlin, e-mail: mischke@igb-berlin.de

⁴) Büro für Diatomeenanalyse, Professor-Zeller-Straße 2, D-15366 Neuenhagen,
e-mail: ilka.schoenfelder@t-online.de

⁵) Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25,
D-24220 Flintbek, e-mail: mbahnwar@lanu.landsh.de

Keywords: instructions, sampling, phytoplankton, microscopical strategy, WFD

Abstract

This chapter outlines the most important requirements for data collection and preparation required to assess lakes based on phytoplankton in accordance with the proposal by Mischke et al. (2008). The German assessment system requires specific research methods. There are guidelines for: 1. Sampling, 2. Sample conservation, storage and diatom preparation, 3. Microscopic analysis according to Utermöhl (1958), as well as diatom slide microscopy and special strategy for estimating cell counts and biovolumes.

Inhaltsverzeichnis

1	Anforderungen an die Probenahme in Seen zur ökologischen Bewertung der Phytoplankton-Biozönosen im Rahmen der EU-WRRL.....	149
1.1	Einleitung zu den Probenahmenvorschriften.....	149
1.2	Beprobungsvorschrift Phytoplankton in Seen	149
1.2.1	Probenahme und Beprobungsfrequenz.....	149
1.2.2	Zeitraum der Beprobungen und Analysenumfang (Physik, Chemie)	153
1.2.3	Entnahme und Konservierung der Phytoplanktonproben (Lugolproben) ...	154
1.3	Probenahmenvorschrift für Diatomeenproben (Profundal- und Pelagialdiatomeen)	155
1.3.1	Vorschrift zur Probenahme von Diatomeenresten im Profundalschlamm (Profundaldiatomeen).....	155
1.3.2	Vorschrift zur Probenahme von Diatomeen aus dem Pelagial.....	157
2	Taxonomische Analyse und UTERMÖHL-Methode (Mikroskopie).....	158
2.1	Geräteanforderungen	158
2.2	Probenvorbereitung.....	159
2.3	Anforderung an die mikroskopische Auswertung von Phytoplanktonproben.....	160
2.3.1	Erstellung einer Zählliste.....	160
2.3.2	Zählstrategie für die quantitative Auswertung	161
2.4	Bestimmung von Zellvolumina	163
2.5	Berechnung der Taxabiovolumina.....	163
2.6	Diatomeenschalen – Präparate und Auswertung	165
2.6.1	Probenaufbereitung und Präparation der Profundaldiatomeen	165
2.6.2	Aufbereitung der pelagischen Diatomeenproben	165
2.6.3	Auszählung der Diatomeen	166
2.7	Auswertung der Phytoplanktonzählungen und Biovoluminabestimmung	169
3	Literatur.....	170
4	Anlagen.....	172

1 Anforderungen an die Probenahme in Seen zur ökologischen Bewertung der Phytoplankton-Biozönosen im Rahmen der EU-WRRL

1.1 Einleitung zu den Probenahmenvorschriften

Für Deutschland existiert bislang keine einheitliche Vorgabe bzw. Normung hinsichtlich der Probenahmefrequenz, der quantitativen Erfassung und der taxonomischen Auflösung des Phytoplanktons. Eine gute Grundlage zur Vereinheitlichung solcher Vorgaben bildet die Technische Information Nr. 7 von Hoehn et al. (1998): „Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen“ der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e. V. (ATT) in Deutschland (ATT TI7, s. Anlage 1).

Die vorliegende Vorschrift enthält im Teil 1 die Anforderungen

- an die Probenahme und
- und an die Erfassung der physikalischen und chemischen Begleitdaten

für die Bewertung der Seen anhand des Phytoplanktons auf der Basis der EU-Wasser-rahmenrichtlinie. Diese Anforderungen berücksichtigen teilweise bereits die europäische Norm EN 15204 (s. Bestellinformation Anlage 2) sowie den neuen CEN-Normentwurf zur Phytoplanktonprobenahme (CEN 2007a). Ein zweiter Teil enthält die Vorschriften zur Phytoplanktonanalytik und Auswertung der Ergebnisse.

Als wichtigste Neuerung werden künftig bei allen Beprobungen die biologischen und chemischen Unterproben nach Möglichkeit aus einer Mischprobe entnommen (Ausnahme bei Ausbildung von DCM oder Durchführung von chemischen Tiefenprofilen, vgl. Kapitel 1.2.1).

1.2 Beprobungsvorschrift Phytoplankton in Seen

1.2.1 Probenahme und Beprobungsfrequenz

Die Seen werden nach ihren topographischen und morphometrischen Eigenschaften entsprechend der Vorgabe der LAWA (1999) an einer oder mehreren Messstellen beprobt. In der Praxis wird als Probenahmestelle in den meisten Gewässern die tiefste Stelle bevorzugt.

Die Probenahmefrequenz in Seen soll mindestens **6 x pro Jahr** in der Vegetationsperiode April bis Oktober betragen. Die Monate März und November können in Ausnahmefällen in den Beprobungszeitraum einbezogen werden (s. Mischke et al. 2008, dieses Heft, Kapitel 9). Mindestens vier der Beprobungstermine müssen in der Vegetationsperiode Mai bis September liegen. Die Tiefenverteilung des Phytoplanktons ist in Seen sehr ungleich und in einem hohen Maß von der Lichtdurchdringung (euphotische Zone) und von der Temperaturschichtung abhängig. Es wird empfohlen, die Tiefenverteilung des Phytoplanktons anhand vorheriger Tiefenchlorophyllmessungen durch eine Fluoreszenzsonde (Angaben s. Homepage BTU http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/forsch_praxistest.htm) zu ermitteln.

Die Epilimniontiefe (Z_{epi}) geschichteter Seen wird definiert als die erwärmte obere durchmischte Wassersäule mit relativ homogener Temperaturverteilung während der Sommerstratifikation. Sie wird nach unten durch das Metalimnion (thermische Sprungschicht) begrenzt, dem Horizont mit der größten temperaturbedingten vertikalen Dichteänderung in einem Standgewässer (Temperaturgradient $\geq 1^\circ/\text{m}$). Die durchlichtete Gewässerschicht, die euphotische

Zone (Z_{eu}) errechnet sich vereinfachend aus der 2,5-fachen Sichttiefe. Sie ist in klaren Seen meist größer und in trüben Seen meist kleiner als die Epilimnionschicht. Bei der Messung der Sichttiefe sind störende Lichtreflexionen an der Wasseroberfläche zu vermeiden (EN ISO 7027: 1999). Bei Standorten mit größerer Höhe über der Wasseroberfläche (z.B. hohe Schiffsbordwand, etc.) hilft hier ein Sichtrohr (Secchiskop) oder Sichtkasten.

In Abhängigkeit vom Durchmischungs- und Durchlichtungsregime wird jeweils eine **Mischprobe** aus den folgenden Wasserschichten entnommen:

- a) in **polymiktischen Seen** (Z_{max} i.d.R. ≤ 10 m, in der Sommerphase liegt die Temperatur über Grund $> 8^\circ\text{C}$) aus der gesamten Wassersäule bis etwa 1 m über Grund, in tieferen Flachseen jedoch maximal bis in 6 m Tiefe, in 0,5- bis 1-m-Abständen. Dabei werden temporäre Einsichtungen bei windarmen Sommerwetter nicht berücksichtigt.
- b) in **mono- oder dimiktischen** Seen (Z_{max} i.d.R. > 10 m):
 - während der Vollzirkulation aus der durchmischten Schicht bis zur mittleren Tiefe des Sees, im norddeutschen Tiefland jedoch maximal nur bis in 10 m Tiefe. Für besonders tiefe Seen (z.B. Bayern, Baden-Württemberg) kann bei Vollzirkulation eine gesonderte Strategie zur Probenahme festgelegt bzw. beibehalten werden (Bayern, Baden-Württemberg: 0–20 m Beprobung bzw. euphotische Tiefe).
 - bei Stagnation werden zwei Zustände für die Probenahme unterschieden, vgl. Abbildung 1:
- b1) In trüben Seen ($Z_{eu} < Z_{epi}$) wird bei Stagnation eine epilimnische Mischprobe entnommen.
- b2) In klaren ($Z_{eu} > Z_{epi}$) Seen wird entweder eine Probe aus der euphotischen Zone (A) oder alternativ aus der epilimnischen Zone + metalimnisches Maximum (DCM = deep chlorophyll maximum) entnommen (B, vgl. Abbildung 1):
 - A) nur eine Mischprobe aus der gesamten euphotischen Zone **oder**
 - B) eine Epilimnion-Mischprobe sowie eine Mischprobe aus der darunter liegenden restlichen euphotischen Zone (DCM).

Alternative Beprobungsmöglichkeiten in geschichteten Klarwasserseen

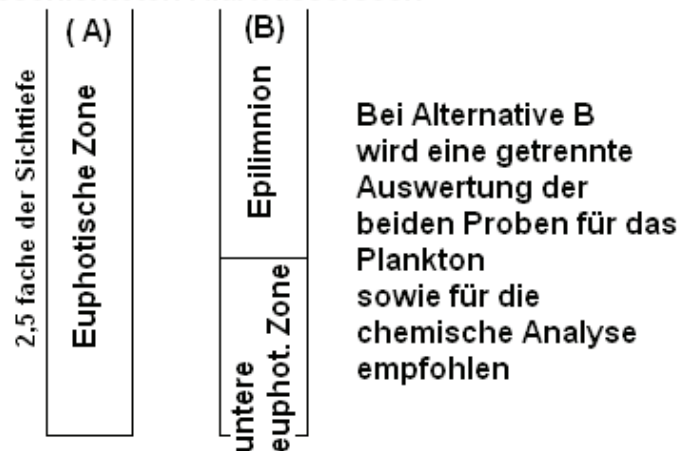


Abbildung 1: Zwei Varianten der Beprobungsbereiche in „klaren“ ($Z_{eu} > Z_{epi}$) dimiktischen Seen während der Stagnationsphase.

Erläuterung: In klaren Seen kann das Phytoplankton unterhalb der Sprungschicht ein Maximum ausbilden, das mit einer epilimnischen Mischprobe nicht erfasst würde. Die Tiefenverteilung des Phytoplanktons kann anhand vorheriger Chlorophyllmessungen durch eine Fluoreszenzsonde ermittelt werden.

Bei Schwefelwasserstoffbildung und Nährstofffreisetzungen im Hypolimnion ist wegen der Beeinflussungen (Anreicherungen) der chemischen Proben mit den freigesetzten Nährstoffen die epilimnische Mischprobe vorzuziehen oder die chemische Probenahme von der biologischen zu entkoppeln, d.h. chemische Probenahme aus dem Epilimnion; Phytoplanktonprobe aus der euphotischen Zone.

Es ist unbedingt zu beachten, dass die während der Stagnationsphasen auftretenden Sauerstoffmaxima unterhalb des Epilimnions mit erfasst werden. Andererseits darf die euphotische Probe nicht zu weit in das sauerstofffreie Hypolimnion hineinreichen. In der Phytoplanktonprobe können dadurch Artefakte auftreten, wie z.B. eine zu hohe Dichte an organischen Partikeln oder Schwefelbakterien, die die mikroskopische Bearbeitung behindern. In solchen Proben kann der Anteil schlecht erhaltener Planktonalgen hoch sein, wobei unklar ist, ob dies auf eine schlechte Fixierung zurückzuführen ist oder ob es zu einer Anreicherung bereits abgestorbener und in das obere Hypolimnion sedimentierter Planktonalgen in der Probe kommt. Die Fixierung solcher Proben kann möglicherweise auch durch einen hohen Gehalt an Schwefelwasserstoff (H_2S) beeinträchtigt sein. Die euphotische Zone sollte daher nicht tiefer als einen 1 m über das O_2 -Maximum hinaus beprobt werden, wenn in dieser Tiefe dann bereits kein Sauerstoff mehr gemessen wird. In Seen ohne ausgeprägtes Sauerstoffmaximum sollte die tiefste Probeentnahme auf jeden Fall 1 m über der sauerstofffreien Schicht enden.

Zu Variante B: Eine getrennte mikroskopische Auszählung und chemische Analytik dieser beiden Proben wird empfohlen, da damit eine Vermischung der Plankter aus dem Tiefenchlorophyllmaximum (DCM) mit denen aus dem Epilimnion verhindert wird. Gleichzeitig wird damit eine LAWA-Trophie-Index konforme Auswertung ermöglicht, da dafür das Epilimnion gefordert ist (LAWA 1999). Zur Reduzierung des Arbeitsaufwandes für die mikroskopische Analyse ist eine tiefengewichtete Vermischung der beiden Proben für das Bewertungsverfahren mittels Phytoplankton zulässig (entspricht dann Variante A).

Die Probenahme erfolgt unter Verwendung herkömmlicher Schöpfertypen (Friedinger- oder Van-Dorn-Fallschöpfer, Limnos-Schöpfer). Ruttner-Schöpfer sind wegen Einströmbehinderungen aufgrund der horizontalen Deckelstellung nicht für die Schöpfprobenahme geeignet. Volumengewichtete Mischproben sind wegen der Berücksichtigung der morphometrisch bedingten Voluminaanteile innerhalb der einzelnen Tiefenlamellen einer Mischprobe aus gleichen Tiefenanteilen vorzuziehen, aber in der wasserwirtschaftlichen Routine oft nicht zu realisieren. Deshalb wird folgende Verfahrensweise des Mischprobenansatzes vorgeschlagen: Polymiktische Flachseen und geringe Epilimnia dimiktischer Seen mit Ausdehnungen bis in ca. 5 m, maximal 6 m Wassertiefe werden in 0,5 bis 1 m Schritten beprobt. Tiefe Seen können während der Vollzirkulation in Abhängigkeit von der Tiefe in 0,5- bis 2-m-Intervallen beprobt werden, wobei äquidistante Abstände eingehalten werden müssen.

Die entnommenen Proben aus den einzelnen Tiefenstufen werden in einem Gefäß (Kanister, Eimer) gesammelt. Zuvor muss die Gesamtmenge aller Proben, die als Mischproben über diesen Tiefenbereich abgefüllt werden sollen, bekannt sein:

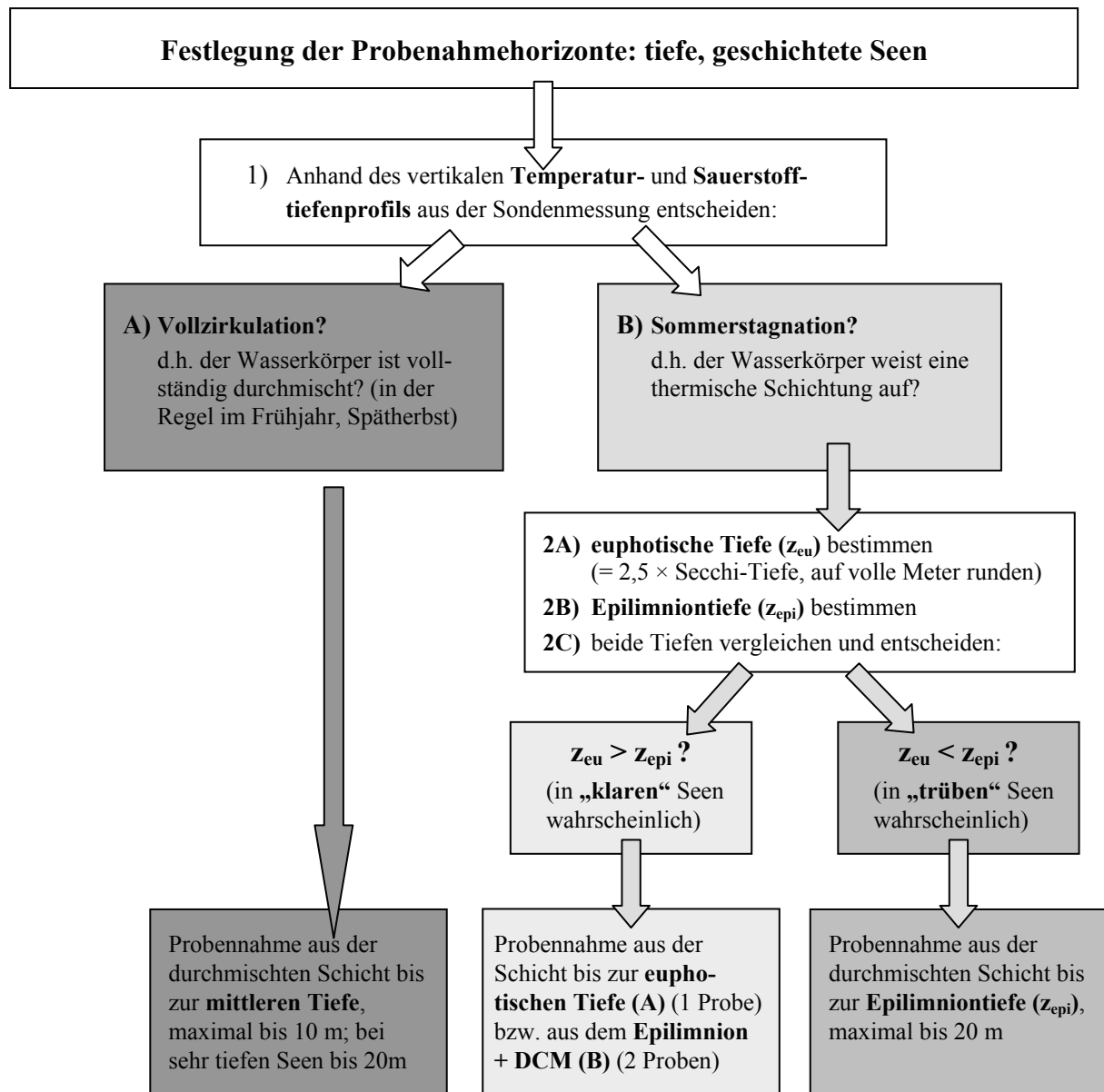


Abbildung 2: Probenahmeschema für tiefe, geschichtete Seen.

Z.B. 2 l für Chlorophyll, 1 l Lebendprobe bzw. für Diatomeenpräparation, 250 ml Phytoplankton mit Lugol'scher Lösung fixiert, 2 l Nährstoffproben = 5,25 l Gesamtmenge, dazu sollte eine Reserve und Spülwasser in der gleichen Größenordnung eingerechnet werden, so dass mindestens 10 l Probewasser entnommen werden. Dieses Sammelgefäß soll möglichst im Schatten stehen oder abgedeckt werden. Durch vorsichtiges, gleichmäßiges Umrühren (Empfehlung ca. 2 min) wird die Mischprobe in dem Gefäß homogenisiert, um eine gleichmäßige Verteilung der Algensuspension zu gewährleisten. Die biologischen (Phytoplankton, Chlorophyll a) und chemischen (Nährstoffe) Proben werden anschließend mit einem Messbecher in die einzelnen Probegefäße gefüllt. Es empfiehlt sich, die Probemenge großzügig zu kalkulieren und das „Restwasser“ für unvorhergesehene Störfälle in das Labor zu transportieren.

Als optimale Methode wird die Mischprobennahme mit einem integrierenden bzw. summierenden Schöpfer empfohlen, weil damit die Mischprobe stufenlos genommen und somit lückenlos und zeitsparend erzeugt wird. Integralschöpfer werden von Fa. Züllig (System Schröder) oder Fa. UWITEC (Kolbenhubprinzip) hergestellt (Anlage 3). Fa. Hydro-Bios hat einen elektronischen Integralschöpfer entwickelt, welcher definierte Gesamtvolumina über beliebige Tiefenbereiche beprobt (s. Anlage 3). Als Alternative kann ein Rohrschöpfer (System Pauli/Pietruske, s. Anlage 3) verwendet werden, mit dem ein lückenloses Profil aus 1- bzw. 2-m-Stufen erzeugt wird. Hierfür benötigt man ein relativ großes Mischgefäß.

Die Verwendung einer Seilwinde ist hierbei für alle Schöpfertypen sehr zu empfehlen.

Probennahmen mit Stechrohren und Schläuchen mit Pumpen sollten wegen der schlechten Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Methoden nicht durchgeführt werden.

1.2.2 Zeitraum der Beprobungen und Analysenumfang (Physik, Chemie)

Da das Phytoplankton hinsichtlich Artenzusammensetzung und Dichte kurzfristig stark schwanken kann und in vielen Seen die hinsichtlich Störungsfaktoren empfindlichste Lebensgemeinschaft darstellt, sollte es nach Möglichkeit zumindest im ersten Bewirtschaftungszeitraum mehrere Jahre (möglichst 3–5 Jahre hintereinander) untersucht werden. Damit kann eine Einschätzung über die Schwankungsbreite dieses Parameters vorgenommen und somit eine größere Sicherheit hinsichtlich der Bewertung und zukünftiger Entwicklungstrends erzielt werden.

Zusammen mit dem Phytoplankton müssen chemische und physikalische Parameter erfasst werden, um die Phytoplanktonergebnisse auf der Basis von Kausalanalysen interpretieren zu können (s. Tabelle Anlage 6). In der Regel sollten vor Ort Temperatur, Sauerstoffhaushalt (Konzentration und Sättigung), pH-Werte, Leitfähigkeiten und das Redoxpotenzial im Vertikalprofil gemessen werden.

Für H_2S erfolgt die Vor-Ort-Analytik aus der Wasserprobe 0,5 m über dem Seeboden. Dabei sollte ein Reagenziensatz zur Vor-Ort-Bestimmung mit einem Messbereich von 0,1 bis 5,0 mg/L eingesetzt werden, z. B. ein Microquant Reagenziensatz (Merck 1.14777.0001). Bei höheren Schwefelwasserstoffkonzentrationen sind die Wasserproben vor der Bestimmung mit destilliertem Wasser zu verdünnen (z. B. 1:2) und die Konzentration entsprechend zu berechnen. Bei Anoxie im Hypolimnion ist zumindest der qualitative Nachweis der H_2S -Konzentration erforderlich. Dies erfolgt durch die Wahrnehmung eines Geruchs wie „faule Eier“. Der olfaktorische Sinn des Menschen (Nase) hat eine niedrigere Nachweisgrenze für Schwefelwasserstoff als die meisten chemischen Analyseverfahren.

Nährstoffe, hier vor allem die gelösten anorganischen sowie die Gesamtkonzentrationen des Phosphors, Stickstoffs und Siliziums sind aus den Unterproben der Mischungsansätze (epilimnische oder euphotische bzw. Mischprobe bis zur mittleren Tiefe des Sees) zu analysieren und entsprechend der standardisierten Methoden zu erfassen. Die chemischen Analysen können ggf. auch konventionell als (genügend hoch aufgelöstes) Tiefenprofil erhoben werden, sofern damit zugleich die Untergrenze des Epilimnions bzw. der euphotischen Tiefe genau erfasst wird. Die Bestimmung von Chlorophyll a muss jedoch immer aus derselben Mischprobe wie für das Phytoplankton erfolgen (s. Tabelle Anlage 6). Es sollte sichergestellt sein, dass die Proben möglichst noch am selben Tag im chemischen Labor eingehen und die Analysen spätestens am Morgen des nächsten Tages beginnen. Die Filtration (Chlorophyll, Nährstoffe) ist optimal noch am Tag der Probennahme durchzuführen.

Bei eutrophen dimiktischen Gewässern ist für die trophische Einschätzung der Seen die Kenntnis der hypolimnischen Phosphor-, Ammonium- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen von großer Bedeutung. In Seen mit anoxischem Hypolimnion sollten deshalb zumindest möglichst am Ende der Stagnation vertikale Nährstoffprofile bestimmt werden, die die Freisetzungsintensität für trophierelevante Stoffumsätze widerspiegeln. Als Alternative können auch Proben während der Sommerstagnation während jeder Probenahme 0,5 bis 1 m über Grund genommen werden. Der kleinste Kompromiss ist die Entnahme einer Grundprobe am Ende der Sommerstagnation, um Angaben zum maximalen Freisetzungspotenzial von Nährstoffen zu erhalten.

1.2.3 Entnahme und Konservierung der Phytoplanktonproben (Lugolproben)

Die Mischproben aus der Beprobung der einzelnen Tiefenstufen bzw. aus dem Summenschöpfer werden sanft gemischt (Rühren). Dabei ist darauf zu achten, dass jedes Umfüllen der Wasserprobe in Messbecher und jedes Umschütten den pH-Wert der Probe verändern kann. Dies kann zum Zerplatzen der unfixierten Zellen und zum Auseinanderfallen der Kolonien von Flagellaten und anderen sensiblen Arten führen. Der Inhalt des Summenschöpfers muss vor der Probenabfüllung vollständig in ein Gefäß gegeben werden, damit mögliche Schichtungen der Probe im Schöpfer beseitigt werden. Mit einem Messbecher wird eine Teilprobe aus der gut durchmischten Gesamtprobe entnommen und eine Teilmenge des Messbecherinhaltes zur Spülung verworfen. Die Phytoplanktonproben werden in Enghals-Klarglasflaschen nur bis 1–2 cm unterhalb der Öffnung bzw. zu 80–90% gefüllt, um die spätere Homogenisierung der Probe zu ermöglichen. Ein Überfüllen der Flaschen führt dazu, dass die Probe zur Teilprobenentnahme nicht homogen suspendiert (aufgeschüttelt) werden kann.

Die Entnahme und Abfüllung von Phytoplanktonproben aus der Mischprobe erfolgt aus

- eu- bis hypertrophen Seen in 100 ml Klarglasflaschen,
- und bei oligo- bis eutrophen Seen 250 ml Klarglasflaschen.

In sehr klaren Gewässern mit einer Sichttiefe über 10 m müssen 500 ml der Mischprobe entnommen werden. Die Probe wird in der Glasflasche mit einer alkalischen Lugol'schen Lösung mit Na-Acetat fixiert (mod. nach Utermöhl 1958). Generell gilt bei der Abfüllung der Phytoplanktonproben: Im Zweifelsfall eher größere Volumina fixieren!

Herstellung von Lugol'scher Lösung: 10 g Kaliumjodid werden in 20 ml Wasser gelöst und dazu 5 g Jod (doppelt sublimiert) hinzugefügt. Nach gänzlicher Lösung erfolgt die weitere Zugabe von 50 ml Wasser und 5 g Natriumazetat und Aufbewahrung in 100-ml-Enghalsfläschchen aus Neutralglas mit einem eingeschliffenen, gut passenden Glasstopfen oder Augentropfenpipettenfläschchen aus der Apotheke (vgl. Anlage 1). Die im Chemikalienhandel vertriebene Lugol'sche Lösung von MERCK/VWR ist hierfür nicht geeignet, da diese eine zu geringe Konzentration aufweist, wodurch die Probe zu sehr verdünnt würde.

Es werden auf 240 ml Probe zunächst 8–10 Tropfen (ca. 0,5 ml) der konzentrierten Lugol'schen Lösung als Fixierungsmittel zugegeben und die verschlossene Flasche sanft zur Vermischung geschwenkt bis sich eine cognacfarbene Fixierung ergibt. Falls die Färbung dann noch zu hell ist, müssen ggf. noch einige Tropfen zugegeben werden (genaue Angaben siehe Anlage 1). Eine cognacfarbene Fixierung ist die Zielgröße und nicht eine bestimmte Tropfenzahl. Die lugolfixierten Proben dürfen beim Transport nicht in direkter Sonne stehen und sich nicht erwärmen.

Hinweis zur Probenaufbewahrung: Die lugolfixierten Phytoplanktonproben sollen in den Enghals-Glasflaschen (4°C, frostfrei) und im Dunkeln nicht länger als 6 Monate bis zur Auswertung aufbewahrt werden (s. EN 15204). Der nach EN 15204 vorgesehene Zusatz von Formaldehyd für längere Lagerzeiten kann aus Gründen des deutschen Arbeitsschutzes nicht empfohlen werden. Die Proben sollten möglichst erschütterungsfrei gelagert werden. Die Flaschen sollten wegen der Gefahr undichter Verschlüsse sowie Verringerung der Diffusion von Jod durch den Kunststoffdeckel aufrecht lagern. Wegen der Jod-Diffusion durch die Wände, sowie dem damit verbundenen Verlust der Durchsichtigkeit der Flaschen dürfen keine Kunststoffflaschen verwendet werden.

Flaschen aus Klarglas sollten genommen werden, um bei Lagerung die Färbung bzw. Entfärbung der Probe kontrollieren zu können. Bei Entfärbung müssen die Proben nachfixiert werden. Vorsicht, nicht zu stark nachfixieren (cognacfarben).

Für eine optimale taxonomische Bestimmung kann es nützlich sein, eine Lebendprobe (mind. 500 ml, kühl und dunkel halten!) zur späteren Anreicherung in Utermöhlkammern zu entnehmen, wenn diese spätestens am Tag nach der Probennahme vom mikroskopischen Bearbeiter analysiert werden kann. Die Entnahme einer Netzprobe (20–30 µm) als Lebendprobe wird ebenfalls empfohlen, wenn diese spätestens am Tag nach der Probennahme mikroskopisch ausgewertet werden kann. Lugolfixierte Netzproben (10 µm) sollten für das Erkennen von Entwicklungsstadien entnommen werden, da hierdurch seltenere Formen angereichert werden.

1.3 Probenahmenvorschrift für Diatomeenproben (Profundal- und Pelagialdiatomeen)

1.3.1 Vorschrift zur Probenahme von Diatomeenresten im Profundalschlamm (Profundaldiatomeen)

1.3.1.1 Probenahme

Die Schalen der im Freiwasser, am Gewässergrund und auf Makrophyten wachsenden Diatomeen bilden wesentliche Bestandteile der sich am Seegrund bildenden Mudden. Die Mudde an der tiefsten Stelle eines Sees enthält eine zumeist gut zeitlich geordnete Abfolge der Diatomeenflora des Sees. Eine Probe aus dem obersten Zentimeter des Profundalschlamm von der tiefsten Stelle eines dimiktischen Sees enthält durchschnittlich ca. 80 % planktischer und ca. 20 % benthischer Formen. In polymiktischen Seen kann der Anteil benthischer Formen überwiegen.

Aus der Zusammensetzung der Diatomeenreste von Profundalproben lassen sich Rückschlüsse auf die mittleren Nährstoffkonzentrationen im Pelagial und im Benthos des Sees und damit auf die Trophie des Untersuchungsgewässers ziehen. Für die Untersuchung der Diatomeen im Profundalschlamm genügen ca. 10 ml halbflüssigen Materials (sogenannten Präsediments) von der Sedimentoberfläche. Der oberste Zentimeter integriert in etwa die Diatomeen der letzten 3 (2 bis 6) Jahre. Insofern sollten Probenahmen aus allen Jahreszeiten zu gleichen Ergebnissen führen und der Zeitpunkt der Probenahme während der Saison kann beliebig gewählt werden. Es wird trotzdem empfohlen, die Probenahme im Spätherbst nach der letzten Phytoplanktonbeprobung durchzuführen, um eine bessere Vergleichbarkeit zu den pelagialen Diatomeen des jeweiligen Untersuchungsjahres zu erzielen.

Die Probenahme erfolgt von einem Boot aus, das über der tiefsten Stelle des Sees verankert wird. Sehr gut geeignet zur Entnahme von Profundalproben sind Röhrensammler. Diese bestehen aus einem möglichst durchsichtigen Kunststoffrohr (Polyethylenterephthalat ("Makrolon"), PVC oder Plexiglas), das auf mindestens 20–30 cm Länge senkrecht ins Sediment eingedrückt wird. Der Durchmesser des Rohrs sollte mindestens 4 cm betragen, damit ein möglichst großer Zentralbereich des Sedimentkerns ungestört bleibt und nicht durch Wandreibung beeinflusst wird. Entscheidend ist, dass das Kunststoffrohr vor dem Herausziehen aus dem Sediment verschlossen wird. Bei Sedimentstechern mit langen Rohren und lediglich oberseitigem Verschluss, wie sie in Flachseen zum Einsatz kommen können, ist es hilfreich, das Rohr bis in die stärker verfestigte Mudde zu drücken. Diese bildet einen relativ festen Pfropfen am Boden des Rohrs und verhindert in Verbindung mit dem hydraulischen Dichtschluss der Oberkante das Herausrutschen des Sedimentkurzkerns. Die Eintauchtiefe des Rohrs in das Sediment sollte jedoch nur soweit reichen, dass ein Wasserüberstand von mindestens 3 cm über dem frischen Präsediment immer im Rohr verbleibt. Bei beschwerten Fallrohren (z.B. UWITEC-Corer der Fa. Niederreiter, Mondsee oder Piston-Corer), wie sie gewöhnlich in tiefen Seen zum Einsatz kommen, ist zusätzlich ein unterer Verschlussmechanismus wichtig, damit der Sedimentkurzkern ungestört ins Boot gebracht werden kann. Eckman-Birge-Greifer sind für diese Beprobung grundsätzlich **nicht** geeignet.

Entnommen wird eine Menge von ca. 10 ml frischen halbflüssigen Grundschlamm vom Zentrum der obersten Zentimeterlamelle des Bohrkerns wozu am besten ein Sedimentkernteiler von UWITEC verwendet wird, der das feine Abtrennen der obersten Lage ermöglicht. Notfalls kann ein Esslöffel aus Edelstahl zur Probenentnahme verwendet werden. Steht, wie im Regelfalle, die Sedimentoberfläche nicht direkt an der Oberkante des Rohrs an, muss die Oberkante des Sedimentkerns mit größter Vorsicht langsam von unten bis zur Rohroberkante empor gedrückt werden.

Nur die ca. 10 ml der halbflüssigen Probe werden ohne zusätzliches Wasser in einen in jedem Drogeriefachgeschäft erhältlichen Polyethylen-Gefrierbeutel mit einem Fassungsvermögen von ca. 1 Liter gefüllt. Dieser wird nach dem Einfüllen der Probe fest zugeknötet, wobei möglichst wenig Luft eingeschlossen bleiben sollte. Der verknotete Beutel wird in einen zweiten gleich großen Gefrierbeutel gegeben. Bevor dieser ebenfalls verknotet wird, wird ein ca. 5 x 8 cm großes Etikett aus stabilem weißem Laserdruckerpapier mit Bleistift (Härtegrad B) beschriftet und zwischen die beiden Beutelwände so platziert, dass es von außen möglichst lesbar ist. Auf dem Etikett notiert werden sollten der Name des Sees mit dem nächstgelegenen größeren Ort, die Probenahmetiefe, das Probenahmedatum und möglichst auch der Name des Sammlers, in der Form des nachstehenden Beispiels:

Wittwesee bei Rheinsberg (BB)
Profundalschlamm aus 11,9 m Tiefe
12.03.2003
leg. G.Walter, IaG Seddin

1.3.1.2 Probentransport und -aufbewahrung

Die Proben sollten kühl ($< 10\text{ °C}$) und stoßfrei in einem stabilen, innen glatten oder gepolsterten Gefäß transportiert werden. So können weit über 20 Beutel mit Proben zusammen in einem Behälter transportiert werden, die sich gegenseitig stabilisieren und schützen.

Die doppelt eingetüteten, verknoteten Proben werden samt eingeschlossenem Etikett im Gefrierschrank aufbewahrt und sind darin praktisch unbegrenzt haltbar. Vor der Aufbereitung sollten sie möglichst nicht aufgetaut werden. Am zweckmäßigsten ist es, nach Entfernung der Gefrierbeutelhülle den gefrorenen Schlammwürfel direkt in das für die Probenaufbereitung vorgesehene Becherglas zu geben, in dem später der saure Aufschluss erfolgen soll.

1.3.2 Vorschrift zur Probenahme von Diatomeen aus dem Pelagial

Variante 1: Anreicherung über Membranfiltration direkt nach der Probenahme

Für die Analyse der pelagischen Diatomeen wird eine Filtration vor Ort bzw. anschließend im Labor vorgenommen. Dazu werden bei Sichttiefen unter 2 m 500 ml und bei Sichttiefen über 2 m 1000 ml aus der integrierten Probe filtriert. Sollte der Filter schon bei geringeren Proben volumina verstopfen, so ist dieses geringere Volumen ausreichend, sofern sich bereits ein deutlicher brauner oder grün-brauner Belag auf dem Filter gebildet hat. Sind dies aber weniger als 400 ml, sollte die Probe auf 2 oder mehr Filter verteilt werden. Das filtrierte Volumen ist zu protokollieren. Für die Filtrationen können Membranfilter, Celluloseacetatfilter oder Cellulosenitratfilter verwendet werden. Die Filter sollten einen Porendurchmesser $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$ haben. Die Filter werden in beschrifteten Petrischalen trocken gelagert (nicht im Kühlschrank). Bei der späteren Präparation werden diese Filter im Becherglas zuerst mit H_2O_2 behandelt, wobei sich dabei die Algenbeläge vom Filter ablösen. Anschließend erfolgt der Aufschluss mit KMnO_4 und HCl (vgl. Anlage 4: Diatomeen-Präparation nach van der Werff).

Variante 2: Anreicherung und Konservierung mit Formalin

Alternativ werden bei Sichttiefen unter 2 m 500 ml, bei Sichttiefen über 2 m 1000 ml Probe ins Labor gebracht und dort in Klarglasflaschen zur Sedimentation mindestens 32 h (maximal 48 h) kühl, dunkel und erschütterungsfrei (aufrecht) aufbewahrt. Danach ist die Flasche nur noch vorsichtig zu bewegen, um das Sediment nicht mehr aufzuwirbeln. Anschließend wird der Überstand vorsichtig mittels Wasserstrahlpumpe (dazu eine Pasteurpipette über einen Silikonschlauch am Wasserhahn anschließen) abgesaugt. Das Pipettenende ist dabei immer kurz unter den Flüssigkeitsspiegel zu halten und mit dessen Absinken mitzuführen. Das nach diesem Vorsedimentationsprinzip (s. ATT TI7, Anlage 1) auf 50–100 ml eingengte Probenkonzentrat wird anschließend mit Formalin (5 % Endkonzentration) fixiert. Diese fixierten Proben können dann bis zur Präparation der Diatomeen ca. 1 Jahr gelagert werden.

Wenn eine Lebendprobe genommen wurde, kann von diesem Material sofort anschließend unfixiert der Aufschluss (s. Kapitel 2.6) durchgeführt werden, wodurch der Einsatz von Formalin entfällt (Arbeitsschutz).

2 Taxonomische Analyse und Utermöhl-Methode (Mikroskopie)

Für das Bewertungsverfahren wird eine quantitative Bestimmung des Phytoplanktons in Sedimentationskammern mit Diametralzählung (auch Transekt- oder Streifenzählung genannt) nach der Utermöhl-Methode (Utermöhl 1958) an einem inversen Mikroskop gefordert (s. EN 15204).

2.1 Geräteanforderungen

Die mikroskopische Ausrüstung sollte mindestens folgenden Umfang haben:

- Umkehrmikroskop (s. EN 15204) mit Objektträgertisch zur Aufnahme von Sedimentationszählkammern mit einem Durchmesser von 25–27 mm
- Fototubus mit Ausgang für Foto- bzw. Video- oder Digitalkamera
- 10- bis 12,5-fach Okulare mit einem Zählfeld oder einem verstellbaren Zählstreifen sowie mit einer feinen Messskala mit 200 Einheiten (Messokular)
- Objektive: 10-fach Phaco NA 0,25; 20- oder 25-fach Phaco, NA 0,45; 40-fach Phaco, NA 0,65 und / oder Interferenz (DIC); 100-fach Phaco. NA 1,25.
- Kondensor mit NA mindestens 0,5 und 7 mm Arbeitsabstand (größer als die Bauhöhe der Zählkammer) für Phaco-Objektive (auch für Objektiv 100 x)
- Runde UTERMÖHL-Sedimentationszählkammern mit austauschbarem Glasboden mit einer Dicke 0,16 bis 0,2 mm (z.B. Hydro-Bios (Abbildung 3), Verbundkammern (ehem. Zeiss-Oberkochen + Jena, heute Thalheim Spezial Optik) oder vergleichbare Fabrikate mit einem Durchmesser 25–27 mm). Kleinere Kammerdurchmesser als 25 mm sind nicht zulässig, da dadurch das maximal mögliche Sedimentvolumen der Röhren begrenzt wird und das Verhältnis von der Kammerfläche zur ausgezählten Diametralstreifenfläche ungünstiger wird. Falls das Kammervolumen werksmäßig nicht angegeben ist, müssen der Kammerdurchmesser und die Kammerhöhe (mit eingebautem Bodenglas!) auf 0,01 mm mit einer genauen Präzisionsschieblehre ermittelt werden. Die Kombination verschiedener Fabrikate darf nur erfolgen, wenn Kammer- und Röhrendurchmesser genau gleich sind. Das sich damit ergebende Sedimentationsvolumen muss dann neu berechnet werden. Für kombinierte Röhrenkammern z.B. von Hydro-Bios gilt das auf den Röhren angegebene Volumen nur in Verbindung mit der entsprechenden Hydro-Bios-Plattenkammer.

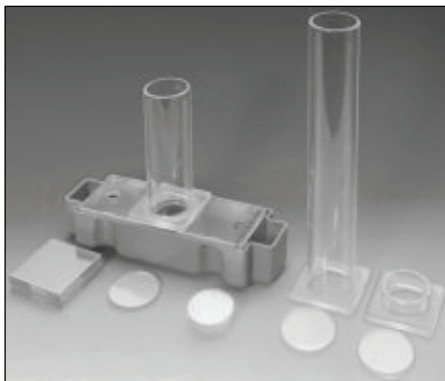


Abbildung 3: Kombinierte Plattenkammer von Hydro-Bios.

- Gläser zur Abdeckung der Kammer (42 mm x 42 mm und 1,2 mm dick) und runde Deck-scheiben (Durchmesser 33 mm, 3 mm dick) zur Abdeckung der Sedimentationsröhren
- Runde Kammer- bzw. Röhrenaufsätze mit kalibrierten Volumen von 10 ml, 25 ml und 50 ml (Kombinationsvolumen s.o.)

2.2 Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung dient der erforderlichen Anreicherung der fixierten Originalprobe in einer Zählkammer, um eine ausreichende Anzahl von Zellen auf der festgelegten Zählfläche der Kammer bei optischer Vergrößerung am Umkehrmikroskop zu erhalten. Die runden Kammeraufsätze werden nach dem Sedimentationsvorgang (4 Stunden pro cm Röhrenhöhe, s.a. Tab. 2.1) von der darunter liegenden Zählkammer abgeschoben.

Tabelle 1: Absetzzeit der Lugol-fixierten Proben.

Kammer-volumen	Höhe der Kammer	Absetzzeit
ml	cm	Std.
2	1	4
10	2	8
25	4,5	18
50	9,5	38

100-ml-Röhren sind wegen der unvollständigen Sedimentation ungeeignet und dürfen allenfalls für Großalgen verwendet werden (Hoehn et al. 1998).

Da die Zellkonzentration in Abhängigkeit von der Taxazusammensetzung, dem Gewässertyp und der Saison sehr stark schwanken kann, sind Orientierungswerte zur Auswahl des benötigten Absetzvolumens hilfreich. Die Chlorophyll a-Konzentration der Probe ist als Biomasseindikator des Phytoplanktons dazu am besten geeignet, und muss deshalb dem biologischen Bearbeiter vor der mikroskopischen Analyse übergeben werden. Die ATT TI7 (Hoehn et al. 1998) bietet dazu folgenden Orientierungsvorschlag (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wahl der Kammeraufsatzvolumina in Abhängigkeit von der Chlorophyll a-Konzentration.

Chlorophyll a-Konzentration	Kammeraufsatzvolumen
0–0,5 µg/l	2 x 50 ml-Kammeraufsatz
0,5–2 µg/l	50 ml-Kammeraufsatz
2–5 µg/l	25 ml-Kammeraufsatz
5–10 µg/l	10 ml-Kammeraufsatz
> 10 µg/l	Probe verdünnen

Setzt man bei hohen Algendichten nur das Zählkammervolumen unverdünnt ohne Röhrenaufsatz an, muss die Gleichverteilung der Partikel geprüft werden, da diese durch Zusammenballung von Organismenfäden erheblich gestört sein kann. Deshalb ist für Proben, in denen fädige Algenarten (z.B. Oscillatoriales; *Aulacoseira*) häufig sind, eine Verdünnung der Probe erforderlich. Es hat sich für eine bessere Gleichverteilung bewährt, die Probe vorab in einem Messzylinder mit Gummistopfen definiert zu verdünnen (z.B. 1 Teil Probe auf 19 Teile entgastes Wasser, zur Entgasung das Wasser abkochen oder mit Ultraschall behandeln, Leitungswasser verwendbar – jedoch nicht destilliertes Wasser, da die Zellen sonst wegen des osmotischen Druckes zerplatzen). Die verdünnte, vorsichtig durch Umschwenken homogenisierte Probe wird danach wieder in einem 10 ml-Röhrenaufsatz zur Sedimentation angesetzt.

Cyanobakterien, z.B. *Planktothrix*, können zur Flotation (Auftreiben) neigen, wodurch bei der Utermöhl-Zählung Minderbefunde entstehen. Durch eine kurze Ultraschallbehandlung (ca. 20 sec) werden die Gasvakuolen der Zellen aufgebrochen ohne dass bereits andere Zellen zerstört werden, wodurch ein hoher Anteil aller Fäden sedimentiert. Oft reicht aber auch aus, diese Lugol-fixierten Proben vor der Bearbeitung längere Zeit zu lagern (4 Wochen), da mit der Jod-Einlagerung die Organismen schwerer werden.

Eine Aufkonzentration der Probe durch Zentrifugation ist für die quantitative Bestimmung nicht zu empfehlen, da es zu Verlusten durch Wandeffekte und zum Zerplatzen fragiler Algenzellen führt. Hierfür eignet sich besser das Verfahren der Vorsedimentation (ATT TI7, Anlage 1).

Die Hinweise zur Probenvorbereitung, insbesondere des Füllens der Kammern (Temperaturangleichung aller verwendeten Materialien und Proben etc.) und der Überprüfung der Partikelgleichverteilung in den abgesetzten Kammern aus dem EN 15204 sowie ATT TI7 müssen beachtet werden.

2.3 Anforderung an die mikroskopische Auswertung von Phytoplanktonproben

2.3.1 Erstellung einer Zählliste

Vorab wird eine Taxaliste erstellt, die die Zählliste vorbereitet und die dominanten Arten bestimmt. Dabei werden die Bezeichnungen und ID-Nummern der harmonisierten Taxaliste zum Phytoplankton Deutschlands verwendet. Zu verwendende Bestimmungsliteratur findet sich in Mauch et al. (2003) mit weiteren Spezifikationen in Kapitel 2.3.1.1.

Die taxonomische Differenzierung soll nach dem in der Taxaliste enthaltenen Mindestbestimmbarkeitsniveau erfolgen (Mischke & Kusber 2006), wobei darin noch unterschiedliche Bestimmungstiefen innerhalb einer Gattung angeboten werden. Um den Bestimmungsaufwand zu begrenzen, wird das höchste Bestimmungsniveau, i.d.R. die Artbestimmung, mindestens für alle biomassedominanten Taxa (Definition s.w.u.) gefordert, da diese bei der Bewertungsberechnung durch ihren hohen Dominanzwert ausschlaggebend sind. Für die subdominanten Taxa kann auch das Gattungsniveau verwendet werden, sofern in dieser Gattung keine einzelne Art als Indikatortaxon für das Bewertungsverfahren ausgewiesen wurde (s. diesbezügliche Spalten in der harmonisierten Taxaliste). Diese Gattungen sind durch die Spalte "Ungeeignetes Bestimmungsniveau" ausdrücklich als unzulässig gekennzeichnet. Die Zählliste sollte zusätzlich Größenklassen für solche Taxa enthalten, deren Zelldimensionen stark variieren können (z. B. *Peridinium cinctum*; s. Ausweisung in der Taxaliste), um die Berechnung des Biovolumens zu erleichtern. Für das Bewertungsverfahren werden Taxa herangezogen, die unter definierten Bedingungen der UTERMÖHL-Methode (Mindestzählfläche und

-objektzahl) quantitativ erfasst d.h. ausgezählt wurden. Insofern ergibt sich keine vollständige Taxaliste, da immer nur ein bestimmter Flächenbereich einer Zählkammer durchmustert wird (Padisak et al. 1999).

2.3.1.1 Hinweise für die Bestimmungsliteratur

Mit der neuen Fassung der harmonisierten Taxaliste (Mischke 2006, seit Version 11.09.2006; Mischke & Kusber 2006) wird fast jedem Taxon ein aktuelles und akzeptiertes Bestimmungswerk zugeordnet, mit dem es bestimmt werden kann. Bei richtigem Zitat der Erstbeschreibung entspricht das Bestimmungswerk auch der nomenklatorischen Referenz. Seltene Abweichungen zu den Bestimmungswerken ergeben sich durch dokumentierte Zitatfehler der Erstbeschreibung des Taxons. Zu nomenklatorischen Fragen kann man sich auf der Internetplattform „algaeterra“ informieren.

Als Standardbestimmungswerke werden in der harmonisierten Taxaliste (seit Version 11.09.2006) Bücher und Veröffentlichungen zu den einzelnen Algenordnungen in der Liste „Bestimmungswerke“ aufgeführt. Grundsätzlich ist die Nomenklatur und Systematik in der harmonisierten Taxaliste mit der „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands – zur Kodierung biologischer Befunde“ (Mauch et al. 2003 und aktuelle Download-Versionen) abgeglichen. Damit können auch die in der harmonisierten Taxaliste ausgewählten DV-Nummern zur Kodierung der Taxa bei der Datenerhebung des vorliegenden Bewertungsverfahrens verwendet werden. Jedoch ist eine Kodierung allein nach der DV-Liste nach Mauch et al. (2003) für eine spätere automatisierte Auswertung der Ergebnisse (s. Kapitel 2.7) nur möglich, wenn durch eine spezielle Bearbeitung im Programm PhytoSee (Mischke & Böhmer 2007) die Codierung der harmonisierten Taxaliste auf diese Befundeliste übertragen wird.

Die harmonisierte Taxaliste enthält eine Liste von häufigen synonymen Bezeichnungen (s. Arbeitsblatt „Synonyme“), die durchsucht werden kann, wenn gesuchte Taxonnamen in der Hauptliste zu fehlen scheinen.

Da das Bewertungsverfahren auch eine Bewertung auf dem Niveau von Algenklassen und Ordnungen durchführt, ist eine allgemein akzeptierte Systematik des Phytoplanktons notwendig, um alle Taxa für die Berechnungen einheitlich zu gruppieren. Die harmonisierte Taxaliste enthält eine Liste des verwendeten System (s. Arbeitsblatt „Systematik“) sowie die taxaspezifische Zuordnung aller Taxa in der Hauptliste (s. Spalten im Arbeitsblatt „harmonisierte Taxaliste“). Demzufolge werden z.B. die Volvocales den Chlorophyceae zugeordnet.

2.3.2 Zählstrategie für die quantitative Auswertung

Die Zählstrategie soll sowohl kleinzellige als auch großzellige Arten mit ähnlicher statistischer Nachweisgrenze sicher erfassen und den Zählaufwand möglichst klein halten und dennoch die Zählung innerhalb der statistischen Fehlerbreite von 20% halten (vgl. Rott et al. 2007). Um die erforderlichen Indikatortaxa sicher zu erfassen, sollen als Minimum 10 Taxa mit einer vorgegebenen Stichprobe (Objektzahl und Zählfläche) ausgezählt werden, die den Hauptteil des Gesamtbiovolumens stellen (ca. 90%). Jede biomassedominante Art stellt in der Regel mehr als 4% am Gesamtbiovolumen. Nach diesen Anforderungen ist die Zählstrategie in Anlehnung an die ATT TI7 und den Anforderungen der WRRL so zu wählen, dass

- **mindestens 400 Objekte** insgesamt gezählt werden,
- **mindestens 15–20 Arten** erfasst werden, womit i.d.R. die biomassedominanten Taxa gefunden werden. In eutrophen Gewässern kommen i.d.R. immer mindestens 20 bis 30

Arten vor. Bei sehr artenarmen Planktonbiozönosen in ultraoligotrophen Seen können auch z.T. weniger Arten zu finden sein, jedoch sollen auch hier mindestens 10 Taxa erfasst werden,

- die **Auszählung bei zwei verschiedenen mikroskopischen Vergrößerungen** erfolgt: a) bei ca. 400-facher Vergrößerung für Arten mit kleinen Zellen **mit mindestens 60 Zellen je Art** bei den (nach der Zählzahl) dominanten Arten auf einer kleinen Kammerfläche (2 Zählstreifen) und b) bei ca. 200-facher Vergrößerung auf einer großen Kammerfläche (halbe bis gesamte Kammer) für Kolonien (z.B. *Fragilaria crotonensis*) und große Panzerflagellaten (z.B. *Ceratium*) **mit mindestens 20 Zellen je dominanter Art** (nach der Zählzahl) erfolgt,
- die **Zählung der biomassedominanten Taxa mit einem weiten Größenspektrum in Größenklassen erfolgt**: Für Phytoplanktonarten, deren Individuen erheblich in der Zellgröße variieren, sollen Größenklassen ihrer größten Zelldimension (z.B. Durchmesser oder Zelllänge) im Zählprotokoll gebildet werden und die Individuen den Größenklassen bereits bei der Zählung nach Zellgröße durch die Verwendung der Messskala im Okular zugeordnet werden. Die Zellzahl und das Biovolumen der Größenklassen eines Taxons werden im Endergebnis aufsummiert und nur einer Taxon-Kennnummer zugeordnet (Ausnahme Centrales, *Cryptomonas*).
- die **Artbestimmung der Diatomeen anhand von extra angefertigten Schalenpräparaten** vorgenommen wird: Viele Diatomeenarten können in der Sedimentationskammer **nicht** sicher bestimmt werden. Deshalb sollte der Anteil der Arten in einem Diatomeenschalenpräparat als relativer Anteil an einer Größenklasse bestimmt und anschließend dem Zählergebnis der gleichen Größenklasse proportional zugeordnet werden (Kapitel 2.6).
- das **Biovolumen anhand von Standardzellvolumina berechnet wird**: Das Taxon-Biovolumen ergibt sich aus der Multiplikation des mittleren Zellvolumens und der Zelhäufigkeit. Das Gesamtbiovolumen stellt die Summe aller Taxa-Biovolumina pro Liter Probe dar (ohne heterotrophe Flagellaten).

Die Bestimmung der Zelhäufigkeiten erfolgt grundsätzlich auf der Basis von Einzelzellen. Dazu sind bei fädigen und bei sehr größenvariablen Formen besondere Zählstrategien erforderlich:

Fädige Taxa werden in Einheiten (z. B. 10 µm lange Stücke oder in µm Fadenlänge) gezählt (Padisak et al. 1999). Zur Berechnung werden die Einzellängen der Trichome (Fadenstücke) aufsummiert. Dann muss die Zelllänge von mindestens 20 Zellen bestimmt werden. Aus der Fadengesamtsumme wird durch Division mit der mittleren Zelllänge die Anzahl an Einzelzellen errechnet.

Zählkategorien in Größenklassen werden für größenvariable Taxa gebildet (Beispiel „*Cryptomonas*“ oder „centrale Diatomeen“). Diese Taxa sind in der Mindestbestimmbarkeitsliste extra ausgewiesen. Es ist für die einzelnen Größenklassen wie für die wenig größenvariablen Taxa erlaubt, **Standardbiovolumina** für das Zellvolumen zu verwenden, die aus eigenen Vermessungen oder aus der Literatur entnommen sind. Werden die größenvariablen Taxa hingegen nicht in Größenklassen ausgezählt, ist immer die Ermittlung des mittleren Zellvolumens durch die Vermessung von mindestens 20 Zellen je Taxon erforderlich (s. Kapitel 2.4).

Die Zellzahl (Zellen/ml) ermittelt sich für jedes Taxon (ZZx) nach der Formel (ATT TI7):

$\text{ZZx (n/ml)} = \frac{\text{Anzahl ausgezählter Zellen} \times \text{Gesamtfläche der Kammer} \quad [\text{n} \times \text{mm}^2]}{\text{Absedimentiertes Probenvolumen} \times \text{ausgezählte Kammerfläche} \quad [\text{ml} \times \text{mm}^2]}$

Neben den mindestens 10 dominanten Taxa werden auch alle weiteren, auf der festgelegten Zählfläche ermittelten Taxa im Ergebnisprotokoll mit einer Zellzahl berechnet, auch wenn die Anzahl der ausgezählten Zellen dieser selteneren Taxa unterhalb von 20 liegt.

2.4 Bestimmung von Zellvolumina

Die Bestimmung des artspezifischen Zellvolumens eines Taxons, das so genannte Verdrängungsvolumen, basiert auf der bekannten Formel-Berechnung eines geometrischen Körpers, welcher der Zellform der Art möglichst ähnlich ist. Eine umfangreiche Formelsammlung und eine Beschreibung der Vorgehensweise finden sich in Rott (1981), ATT TI7 (Hoehn et al. 1998) sowie in dem CEN-Entwurf „Biovolumen“ (CEN 2007b). In ATT TI7 sind einige Formeln falsch, diese sind in CEN (2007b) korrigiert. Durch Vermessung der Dimensionsachsen von mindestens 20 Zellen der gleichen Art, der Berechnung des Zellvolumens jeder einzelnen vermessenen Zelle und einer Medianwertbildung über alle vermessenen Zellen ergibt sich das selbst ermittelte Standardzellvolumen (MBV) für ein Taxon. Dieser Standardwert kann auch für weitere Termine verwendet werden.

Eine Überprüfung von verwendeten Standardzellvolumina (d.h. Ergänzung von neuen Messungen und damit eine neue Medianwertberechnung) ist immer dann nötig, wenn ein Taxon über 50% das Gesamtbiovolumens bildet sowie bei allen größenvariablen Taxa. Für Letztere wird eine Zählung in Größenklassen empfohlen, wodurch eine Änderung der mittleren Zellgröße durch die unterschiedliche Zuordnung zu den Größenklassen bereits bei der Zählung erfasst wird. Für die Größenklassen kann wiederum ein Standardbiovolumen für das Klassenmittel berechnet und für alle Termine eingesetzt werden.

Die Standardvolumina für nicht sehr größenvariable Taxa können auch aus Literaturangaben von ähnlichen Gewässertypen entnommen werden (s. Geißler & Kies 2003; Hoehn et al. 1998; Krienitz 1990; Pohlmann & Friedrich 2001; Padisak et al. 1999, Mischke 2006). Dies ist vor allem dann zulässig, wenn bei seltenen Arten keine ausreichende Anzahl von Messungen gewährleistet ist.

2.5 Berechnung der Taxabiovolumina

Zur Berechnung der Taxabiovolumina (Biovolumen aller Zellen einer Art in der Probe) wird die ermittelte Zellzahl mit dem Standardzellvolumen (MBV in μm^3) oder mit dem selbst ermittelten, mittleren Zellvolumen eines Taxons multipliziert.

$$\text{Taxonbiovolumen [mm}^3\text{/l]} = \frac{\text{Zellzahl [n/ml]} \times \text{MBV [\mu m}^3\text{]}}{1.000.000}$$

Folgende mathematische Zusammenhänge werden dabei zum allgemeinen Verständnis aufgeführt:

$$\mu\text{m}^3/\text{Ind.} \times \text{Ind./ml} = \mu\text{m}^3/\text{ml}$$

wenn dabei gelten muss:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mm}^3 &= 1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} \\ &= 1.000 \mu\text{m} \times 1.000 \mu\text{m} \times 1.000 \mu\text{m} \\ &= 1.000.000.000 \mu\text{m}^3 = 10^9 \mu\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \mu\text{m}^3/\text{ml} &= (1/1.000.000.000) \text{ mm}^3 / (1/1.000) \text{ l} = 10^{-9}/10^{-3} \text{ mm}^3/\text{l} \\ &= (1/1.000.000) \text{ mm}^3/\text{l} = 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{l} \end{aligned}$$

$$1.000.000 \mu\text{m}^3/\text{ml} = 1 \text{ mm}^3/\text{l}$$

$$\Rightarrow 10^6 \mu\text{m}^3/\text{ml} = 1 \text{ mm}^3/\text{l}$$

Herleitung der Beziehung von Biomasse zu Biovolumen:

bei Annahme Dichte der Organismen wie Wasser = 1,0 g/cm³ (Lohmann 1906/1908):

$$1 \text{ g} \triangleq 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml} = (10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}) = 1.000 \text{ mm}^3$$

$$(1/1.000) \text{ g} = 1 \text{ mg} = 1 \text{ mm}^3 = (1/1.000) \text{ ml} = 1 \mu\text{l}$$

$$1.000 \mu\text{g} \triangleq 1 \text{ mm}^3$$

$$1 \mu\text{g} \triangleq (1/1000) \text{ mm}^3 = (1/1.000) \mu\text{l}$$

$$1 \mu\text{g} \triangleq ((1.000 \mu\text{m} \times 1.000 \mu\text{m} \times 1.000 \mu\text{m}) / 1.000) = 1.000.000 \mu\text{m}^3$$

⇒ Biomassen- und Biovolumen-Angaben:

$$\Rightarrow 1 \mu\text{g/l} = 1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$$

$$\Rightarrow 1 \text{ mg/l} = 1 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = 1 \text{ mm}^3/\text{l}$$

2.6 Diatomeenschalen – Präparate und Auswertung

Die Diatomeen sind eine wichtige Phytoplanktongruppe in Seen. Ihre Artenzusammensetzung hat einen hohen Indikationswert, besonders für oligotrophe bis schwach eutrophe Systeme. Da viele Arten lugolfixiert in den Sedimentationskammern nicht bestimmt werden können, müssen dazu Diatomeenschalenpräparate angefertigt werden. Das Diatomeenpräparat dient zum einen zur Bestimmung des relativen Anteils der Diatomeen (insb. der solitären, centrischen) an den bei der Utermöhl-Zählung gebildeten Größenklassen und zum anderen zur Dokumentation der Bestimmung der planktischen (insb. pennaten) Formen, die bereits bei der Zählung in der Utermöhl-Sedimentationskammer direkt erfasst und bestimmt wurden (z.B. *Fragilaria ulna* var. *acus*).

2.6.1 Probenaufbereitung und Präparation der Profundaldiatomeen

Die Präparation der Diatomeenschalen erfolgt in Anlehnung an Krammer & Lange-Bertalot (1986–1991) und Battarbee (1986) durch einen heißen Sedimentaufschluss mit Salzsäure und Wasserstoffperoxid (Schönfelder 1997). Das Material wird anschließend gewaschen und zentrifugiert, eine gut durchmischte, verdünnte Suspension auf Deckgläschen gleichmäßig verteilt, im Muffelofen bei 450°C getrocknet und auf Objektträgern in Naphrax (Brechungsindex n. D. 1,69) eingebettet. Für die Auszählung und Bestimmung werden von jeder Probe 2 Streupräparate angefertigt.

Die mikroskopische Auswertung erfolgt mit einem Durchlichtmikroskop mit Phasenkontrast oder differentielltem Interferenzkontrast (Nomarski DIC) bei einer Endvergrößerung von 12,5 x 63 fach bzw. 12,5 x 100 fach und numerischen Aperturen der Kondensoren und Objektive von 1,40. Es werden zufällig gewählte, aber sich nicht kreuzende Transekte ausgezählt. Routinemäßig werden in jeder Probe mindestens 400 Diatomeenobjekte gezählt. Eine anschließende Durchmusterung jedes Präparates dient dem Nachweis weiterer Taxa, die aufgrund ihrer Seltenheit in der Routinezählung nicht gefunden werden können.

Für die Determinationen werden das Bestimmungswerk von Krammer & Lange-Bertalot (1986–1991) sowie Monographien und Artneubeschreibungen der Bibliotheca Diatomologica und Iconographia Diatomologica (Lange-Bertalot 1993; Lange-Bertalot & Metzeltin 1996) sowie relevante Einzelveröffentlichungen (z.B. Casper et al. 1992; Klee & Steinberg 1987; Scheffler et al. 2003; Scheffler et al. 2005) verwendet.

2.6.2 Aufbereitung der pelagischen Diatomeenproben

Material und Geräte:

Zentrifuge, temperaturregulierbare Heizplatte ($\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Einbettungsmittel: Naphrax, nur dieses Material weist den erforderlichen hohen Brechungsindex auf. Das gebrauchsfertige Harz ist in Toluol gelöst. Es wird in Deutschland nicht vertrieben. Der Bezug ist nur ohne Toluolzusatz über den Mikroskopiehandel in Großbritannien möglich (z.B. www.brunelmicroscopes.co.uk). Im Labor muss dann Toluol unter leichter Erwärmung (40°C) zugemischt werden. Wegen der Giftigkeit von Toluol müssen beim Arbeiten mit diesem Material die entsprechenden Arbeitsschutzbestimmungen (Abzug!) eingehalten werden. Nach der Aushärtung des Harzes ist das Toluol verdampft, wodurch die weitere Benutzung ohne Abzug bei der Mikroskopie möglich wird.

Hohe 250-ml-Bechergläser, Zentrifugengläser, Schraubdeckelgläser 5 ml, Objektträger und große Deckgläschen

Abzug, Chemikalien (H_2O_2 , HCl-Konz., $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ oder KMnO_4)

Variante 1: Anreicherung über Membranfiltration direkt nach der Probenahme

Falls direkt im Gelände oder im Labor eine Anreicherung auf Filter(n) erzeugt wurde, werden diese Filter zur Präparation im Becherglas zuerst mit H_2O_2 behandelt, wobei sich die Algenbeläge vom Filter ablösen und anschließend nach dem Aufschlussverfahren weiterbehandelt (vgl. Anlage 4: Diatomeen-Präparation nach van der Werff). Die Proben werden durch Zentrifugation aufkonzentriert und mehrmals gewaschen.

Variante 2: Anreicherung und Konservierung mit Formalin

1000 ml Probe (aus der Mischprobe) werden nach dem Vorseimentationsprinzip (s. ATT TI7, Anlage 1) auf ca. 50 ml angereichert und in kleine Flaschen (50–100 ml) überführt und mit Formalin (Endkonzentration 5%) fixiert. Die Anreicherung sofort nach der Probenahme im Dunklen und kühl ansetzen. Von dieser fixierten Anreicherung kann dann später – entsprechend dem Ergebnis der Diatomeen in der UTERMÖHL-Zählung – nach ausgiebigem Schütteln ein Aliquot zur Präparation entnommen werden.

Die Proben aus beiden Varianten werden in Wasserstoffperoxid und mit Kaliumpermanganat als Farbkontrolle für das Vorhandensein von organischen Resten bis zur Entfärbung aufgekocht (s. Klee & Steinberg 1987, Kap. 3.9). Dies entspricht der Vorschrift des Aufschlussverfahrens für Diatomeen in Anlage 4. Methode van der Werff).

Bei Verzicht auf die Zugabe von $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ oder KMnO_4 aus Gründen des Arbeitsschutzes muss man jedoch damit rechnen, dass in den Präparaten noch organische Reste bleiben, welche eine korrekte Bestimmung behindern. Die Schalen werden in Naphrax als Streupräparat auf Objektträgern bei ca. 120–150°C eingebettet.

2.6.3 Auszählung der Diatomeen

Die Diatomeenanalyse für Pelagialproben ist lediglich als ein Hilfsmittel zu verstehen, um für die quantitativen Diatomeen-Daten aus der Utermöhlzählung mit Hilfe eines Präparates eine verbesserte taxonomische Tiefe zu erzielen (s. Tabelle 4). Darin unterscheidet sich die hier beschriebene Diatomeenanalyse für Pelagialproben grundlegend von der des Phytobenthos, in der alle Diatomeentaxa erfasst und auf der Ebene der relativen Häufigkeit der Schalen ausgewertet werden. Im Schalenpräparat müssen die Diatomeen innerhalb der Größen- und Formenklassen wie bei der Utermöhlzählung hinsichtlich Art und relativem Anteil spezifiziert werden, sofern sie nicht leicht bestimmbare Arten sind, die im Utermöhl-Mikroskop bestimmt werden können (s. dazu in Mischke & Kusber 2006; allgemeines Mindestbestimmbarkeitsniveau). Die Bearbeitung der Diatomeenpräparate und der Utermöhl-Proben sollte nach Möglichkeit im selben Labor erfolgen, da nur so gewährleistet ist, dass die taxonomische Zuordnung von Größen- und Formenklassen bzw. Sammeltaxa in der erforderlichen engen Absprache der Bearbeiter untereinander durchgeführt werden kann. Das Ergebnis der Utermöhlzählung muss vor der mikroskopischen Bearbeitung des Diatomeenpräparats vorliegen (s. Tabelle 3).

Die Diatomeenzellen werden als Objekte gezählt. Unter diesen sind i.d.R. Zellen zu verstehen, die jeweils aus zwei Schalenhälften bestehen. Eine Unterscheidung, ob es sich bei einem Objekt um eine einzelne Schalenhälfte oder um beide (noch) zusammenhängende Schalenhälften einer Zelle handelt, ist im Lichtmikroskop auch bei einer hoch auflösenden Objektivergrößerung bei pelagischen Diatomeen i.d.R. nur schwer möglich. Bei dem relativ sanften Aufschlussverfahren nach van der Werff (1955) trennen sich die Schalenhälften i.d.R. nur in geringerem Anteil. Im Routinebetrieb der Diatomeenzählung ist der Grad dieser aufschlussbedingten Schalenauftrennung jeweils für die einzelnen Arten nicht feststellbar. Es wird daher vereinfacht davon ausgegangen, dass in den jeweiligen Größen- und Formenklassen dieser Auftrennungsgrad für alle darin erfassten Diatomeenarten gleich ist. Unter dieser Annahme ist es für die spätere Übertragung der relativen Häufigkeiten auf die Daten der Utermöhlzählung unerheblich, ob ein Objekt als jeweils 2 Schalenhälften (gemäß EN 14407, Kap. 7c bzw. BAFU 2006) oder als eine Zelle erfasst wird.

Die Auswertung von mindestens 200 Objekten erfolgt an einem Lichtmikroskop bei 1000-facher Vergrößerung (Objektiv 100 x, Ölimmersion). Bei der Übertragung der Daten von der Zählung des Diatomeen-Präparates auf die quantitativen Daten der Utermöhlzählung werden zu den mindestens 200 Counts nicht die Diatomeen mitgerechnet, die bereits in der Utermöhlkammer leicht zu erkennen sind (z.B. *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* etc.), sondern nur die, für deren Taxonomie eine Präparation erforderlich ist (insb. Centrales vgl. Tabelle 3). Die Diatomeen-Arten, welche keine Präparation erfordern, sind in der harmonisierten Taxaliste gekennzeichnet. Bei Massenentwicklungen von solchen in der Utermöhlkammer sicher erkennbaren Diatomeen-Arten, sind die Taxa, deren Bestimmung ein Präparat erfordert, dann häufig nur selten vertreten. Es können von diesen dann meist keine 200 Objekte gefunden werden. Um solche Proben noch rationell bearbeiten zu können, bricht man in diesen Fällen die Zählung nach 2 Std. (reine Durchmusterungszeit) ab, auch wenn dann nur deutlich unter 200 dieser Objekte erfasst wurden.

Solitäre Centrales müssen immer im Präparat bestimmt und gezählt werden. Pennate Formen werden – sofern sie nicht bereits in der Utermöhlzählung bestimmt werden können (s. Tabelle 3) – nur dann näher bestimmt und gezählt, wenn diese Taxa mehr als 4% des Biovolumens ausmachen. D.h., dass erst nach der Biomassenberechnung (für alle Taxa einschließlich der Diatomeen) ermittelt werden kann, welche Pennales hierfür wichtig sind.

Auch bei Proben aus Stagnationsphasen können mitunter 200 Objekte nicht erreicht werden. Mit einem Ansatz der entsprechenden Konzentration würden in diesen Fällen zugleich störende mineralische Partikel angereichert, welche die mikroskopische Erfassung der Diatomeen unmöglich machen. Die Auszählung erfolgt in den gleichen Größenklassen wie die quantitative Auszählung in den Utermöhl-Kammern am Umkehrmikroskop. Da Schalen der Centrales kleiner 5 µm im Durchmesser infolge ihrer geringen Größe und dünnem Kieselskelett häufig nur schwer bestimmbar sind, wird diese Größenklasse nicht nach Arten aufgeschlüsselt.

Nachdem die relative Artenzusammensetzung in den Schalenpräparaten ermittelt ist, wird das Ergebnis der taxonomischen Zusammensetzung auf die quantitativen Ergebnisse der Utermöhl-Zählung aus den gleichen Größenklassen übertragen. Im Endprotokoll werden die Größenklassen durch die Artbiovolumina ersetzt (vgl. Tabelle 4).

Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass es für das (quantitative) Endergebnis nicht wichtig ist, im Präparat solche Diatomeenarten zu bestimmen, deren Größen- bzw. Formenklassen bei der Utermöhlzählung nicht gefunden wurde, da diese durch Übertragung auf die Utermöhlzählung nicht quantifiziert werden können.

Tabelle 3: Bearbeitungstiefe von bestimmten Diatommentaxa bzw. -gruppen.

Gruppe/Taxa	Bearbeitungsmodus in der Diatomeenanalyse
Centrales:	
<i>Cyclotella</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>Cyclotella</i> und weitere Gattungen	bestimmen und zählen
<i>Aulacoseira</i>	nur bestimmen; bei mehreren <i>Aulacoseira</i> Arten diese bestimmen und alle <i>Aulacoseira</i> -Arten zählen
Pennales:	
<i>Asterionella formosa</i>	nicht zählen; nur Vermerk über Vorkommen
<i>Tabellaria flocculosa</i>	nicht zählen; nur Vermerk über Vorkommen
<i>Fragilaria</i>	die <i>Fragilaria</i> -Arten bestimmen und zählen, die nicht in der Utermöhl-Probe erkennbar sind

Tabelle 4: Fallunterscheidungen zur Übertragung auf die quantitativen Daten.

Diatomeen-Gruppe	Utermöhl-Zählung	Diatomeenpräparate-Zählung	Auswertung
Centrales	gefunden (in Größenklasse)	gefunden in der selben Größenklasse und bestimmt	Diatomeenergebnis auf Utermöhl-Daten übertragen
Centrales	nicht gefunden	gefunden und bestimmt	keine Auswertung, da nicht quantifizierbar
Centrales	gefunden (in Größenklasse)	nicht gefunden	„diverse Centrales“ dieser Größenklasse
Pennales	gefunden (Größen- und Formenklasse)	gefunden in der selben Größen- und Formenklasse und bestimmt	Diatomeenergebnis auf Utermöhl-Daten übertragen
Pennales	nicht gefunden	gefunden und bestimmt	keine Auswertung, da nicht quantifizierbar
Pennales	gefunden (Größen- und Formenklasse bzw. <i>Gattung</i>)	nicht gefunden	„diverse Pennales“ bzw. „ <i>Gattung</i> sp.“ dieser Größen- und Formenklasse

2.7 Auswertung der Phytoplanktonzählungen und Biovoluminabestimmung

Die Auswertung der Zählungen kann in einer dafür vorbereiteten Datei eines Tabellenkalkulationsprogramms (Excel) erfolgen, sofern die dort verwendeten Zählkategorien den vorgegebenen Taxa und Größenklassen entsprechen. Andernfalls müssen weitere Zählkategorien mit eigens bestimmten mittleren Zellvolumina angefügt werden. Ziel ist eine Taxa-Befundliste, die der Formatvorlage für das accessbasierte Auswertungstools PhytoSee entspricht, welches im Rahmen des LAWA-Projektes entwickelt wurde (s.a. Mischke 2008).

Kodierung der Befunde:

Die Auswertung der Zählergebnisse (Biodaten) mittels Indikatorlisten erfordert die Kodierung der Arten und weiterer Taxa nach der harmonisierten Taxaliste. Eine automatisierte Berechnung ist nur möglich, wenn jeder Zählkategorie eine aus der harmonisierten Taxonliste vorgegebene Taxon-Identitätsnummer zugeordnet wird. Damit erhält jedes Zählergebnis die Zuordnung zum Mindestbestimmbarkeitsniveau und den Verbreitungswerten der Indikatorarten und -gruppen, sowie eine DV-Nummer der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003, Stand Internet Version Februar 2007).

Werden Zählkategorien gewählt, die auf dem Mindestbestimmbarkeitsniveau beruhen, wie z.B. *Aulacoseira granulata*, stellen sie ein Aggregat mehrerer untergeordneter Taxa mit eigenen ID-Nummern dar. In diesem Fall wird für die Zählkategorie eine der möglichen ID-Nummern verwendet und die der ähnlichsten Kategorie die ID 78 für *Aulacoseira granulata* eingesetzt. Weicht der selbst ermittelte Taxonname von dem unter dieser gewählten ID in der Taxonliste aufgeführten Taxanamen ab, wird dieser in einer Zusatzspalte „Taxonanmerk“ eingetragen wie in der Formatvorlage zum Auswertungsprogramm vorgesehen. Die Aufsummierung aller Taxa, die zu einem Indikatortaxon gruppiert sind, erfolgt in einem späteren Schritt mit der Auswertungssoftware automatisch über die Tabelle „Indikat_PTSI“.

Als Zwischenergebnis der Datenvorbereitung erhält man eine Liste mit den Spalten: Messort; Datum; Taxon-ID oder DV-Nr; Taxonname; mittleres Zellvolumen; Zellzahl (Zellen/ml); Zählkategorie und spezifisches Biovolumen. Jeder Kombination aus Messort und Datum muss eine eindeutige numerische Probennummer zugeordnet werden (s. Laufende Nr. im PhytoSee-Programm).

Zur automatischen Index- und Bewertungsberechnung mittels des Auswertungsprogramms PhytoSee müssen die Daten vorbereitet werden: Sie müssen der Formatvorlage in der Datei Formatvorlage_PhytoSee_Auswertungsprogramm.xls entsprechen (s. Mischke 2008).

Die Auswertungssoftware berechnet die für das Bewertungsverfahren erforderlichen Mittelwerte aus den chemischen und biologischen Eingangsdaten. Die Berechnung folgt der Verfahrensbeschreibung für Seen mittels Phytoplankton (Mischke et al. 2008).

Das Programm PhytoPTSI.mdb, die Anleitung mit Formatvorgaben in Excel und die harmonisierte Taxaliste stehen kostenlos zum Download auf folgender Internetseite seit Dezember 2007 zur Verfügung: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.

3 Literatur

- BAFU (Schweizer Bundesamt für Umwelt) (2006): Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Bern, 30.03.2006.
- Battarbee, R. W. (1986): Diatom analysis. In: Berglund, B. E. (ed.): Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Toronto, Singapore, 527-569.
- Casper, J., Scheffler, W. & Augsten, K. (1992): *Stephanodiscus neoastraea* Hakansson et Hickel (Bacillariophyta, Centrales) in norddeutschen Seen und Flüssen. Arch. Protistenkd. 142, 192-206.
- CEN (2007a): Draft proposal for „Water Quality – Guidance on quantitative and qualitative sampling of phytoplankton from inland waters”. DIN, Berlin, 16 S.
- CEN (2007b): Draft proposal for “Water quality – Phytoplankton biovolume determination by microscopy measurement of cell dimensions” DIN, Berlin, 60 S.
- EN 15204: 2006: Wasserbeschaffenheit – Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels der Umkehrmikroskopie (Utermöhl-Technik), DIN, Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2006, 46 S.
- EN 14407: 2004: Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Bestimmung, Zählung und Interpretation benthischer Kieselalgen in Fließgewässern, DIN, Beuth-Verlag, Berlin, August 2004, 12 S.
- EN ISO 7027: 1999: Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Trübung, DIN, Beuth-Verlag, Berlin, April 2000, 12 S.
- Geißler, U. & Kies, L. (2003): Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Baltungsgebiete Deutschlands Berlin und Hamburg (Diversity and dynamics of the freshwater algal flora in two urban areas of Germany Berlin and Hamburg). Nova Hedwigia Beihefte 126 . J. Cramer in der Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Berlin, Stuttgart, 777 S.
- Hoehn, E., Clasen, J., Scharf, W., Ketelaars, H.A.M., Nienhüser, A.E., Horn, H. Kersken, H. & Ewig, B. (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. ATT Technische Informationen 7. ISBN 3-486-26369-2, R. Oldenbourg Verlag München. Siegburg, 151 S.
- Klee, R. & Steinberg, C. (1987): Kieselalgen bayrischer Gewässer. Information des Bayr. Landesamt für Wasserwirtschaft 4/87 (Loseblattsammlung).
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986–1991): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 1-876; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 1-596; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 1-576; 2/4: Achnantheaceae, 1-437; Gustav Fischer, Stuttgart.
- Krienitz, L. (1990): Coccale Grünalgen der mittleren Elbe. Limnologica 21(1), 165-231.
- Lange-Bertalot, H. (1993): 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bibliotheca Diatomologica, 27, J. Cramer / Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 1-456.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996): Indikatoren der Oligotrophie. Iconographia Diatomologica 2, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 1-390.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- Lohmann, H. (1906/1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Kiel 9, 192-194 und 10, 131-370.
- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands, Informationsberichte Heft 1/03. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. München, 388 S. Kostenloser Download unter: http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/taxa/.
- Mischke, U. (2008): Anleitung zur Verwendung des Bewertungsprogramms „PhytoSee“. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 185-201.

- Mischke, U. & Böhmer, J. (2007): PhytoSee Version 2.0 Auswertungssoftware zur Bewertung von Seen gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie mit Informationen zur Software PhytoSee mit Eingabeformat „Formatvorlage_PhytoSee_Auswertungsprogramm_11_07.xls“, <http://unio.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/> (14.12.2007).
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2006): Harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für die Bewertung von Seen und Flüssen nach EU-WRRL. <http://unio.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/> (11.09.2006 und folgende).
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 7-115.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. 18.08.2005, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Probe-nahmenvorschrift.
- Padisák, J., Krienitz, L. & Scheffler, W. (1999): Phytoplankton. In: Tümping v., W. & Friedrich, G.: Biologi-sche Gewässeruntersuchung. Methoden der biologischen Wasseruntersuchung 2. Gustav Fischer. Jena, 35-53.
- Pohlmann, M. & Friedrich, G. (2001): Bestimmung der Phytoplanktonvolumina – Methodik und Ergebnisse am Beispiel Niederrhein. Limnologica 31, 229-238.
- Rott, E. (1981): Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43(1), 34-62.
- Rott, E., Salmaso, N. & Hoehn, E. (2007): Quality control of Utermöhl based phytoplankton biovolume esti-mates – an easy task or an Gordian knot. Hydrobiologia 578, 141-146.
- Scheffler, W., Houk, V., Klee, R. (2003): Morphology, morphological variability and ultrastructure of *Cyclotella delicatula* Hustedt (Bacillariophyceae) from Hustedt material. Diatom Research, 18, 107-121.
- Scheffler, W., Nicklisch, A., Schönfelder, I. (2005): Beiträge zur Morphologie, Ökologie und Biologie der planktischen Diatomee *Cyclotella comensis* Grunow. Untersuchungen an historischem und rezentem Material. Diatom Research 20, 171-200.
- Schönfelder, I. (1997): Eine Phosphor-Diatomeen-Relation für alkalische Seen und Flüsse Brandenburgs und ihre Anwendung für die paläolimnologische Analyse von Auensedimenten der unteren Havel. Diss. Bot. 283, 1-148.
- Tümping v., W. & Friedrich, G. (1999): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der biologischen Was-seruntersuchung 2. ISBN 3-437-35170-2, Gustav Fischer. Jena, 545 S.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. theor. angew. Limnol. 9, 1-38.
- van der Werff, A. (1955): A new method of concentrating and cleaning diatoms and other organisms. Proc. Int. Assoc. theor. appl. Limnology 13, 276-277.

4 Anlagen

- 4.1 Anlage 1: ATT TI7 (Hoehn et al. 1998), Bestellinformation
- 4.2 Anlage 2: EN 15204: 2006 (Bestellinformation)
- 4.3 Anlage 3: Integrationsschöpfer
- 4.4 Anlage 4: Diatomeen-Präparation nach van der Werff
- 4.5 Anlage 5: Herstellen der Objektträger-Präparate nach Klee & Steinberg (1987) und BAFU (2006)
- 4.6 Anlage 6: Physikalisch-chemische und biologische Parameter bei der Probenahme des Phytoplanktons in Seen

4.1 Anlage 1: ATT TI7 (Hoehn et al. 1998), Bestellinformation

Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen

Redaktion: Eberhard Hoehn, Henk A.M. Ketelaars, Bettina Ewig

Autoren: Eberhard Hoehn
LBH Limnologie-Büro Hoehn GmbH, Freiburg
Jürgen Clasen
Wahnachtalsperrenverband, Siegburg
Wilfried Scharf
Wupperverband, Wuppertal
Henk A.M. Ketelaars
Speicherbeckenverband Brabantse Biesbosch, NL-Werkendam
Anita E. Nienhüser
Bergisches Wasser und Umweltlabor der BTV-GmbH, Wermelskirchen
Heidemarie Horn
Sächsische Akademie der Wissenschaften, Neunzehnhain
Helmut Kersken
Hygiene Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Bettina Ewig
LBH Limnologie-Büro Hoehn GmbH, Freiburg

Druck und Verlag:

Technische Information der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. Nr. 7
2. neu bearbeitete Auflage, Arbeitskreis Biologie – ISBN 3-486-26369-2
© 1998 R. Oldenbourg Verlag, München, Printed in Germany, Druck Center Meckenheim. 152 Seiten, 20 Abbildungen
Eine CD mit Planktonartenlisten (ca. 1.500 Arten) mit Biovolumina und Größenangaben sowie 100 ausgewählte Mikrofotografien aus Laboren der ATT liegt bei (HTML und EXCEL 5.0 für Betriebssystem Windows 3.11 oder höher)

Zu beziehen bei:

Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V., c/o Aggerverband
Sonnenstr. 40
D-51645 Gummersbach
Tel.: +49 2261 36-0
Fax: +49 2261 36-8210 **Preis:** innerhalb Deutschlands 23,00 €

4.2 Anlage 2: EN 15204: 2006 (Bestellinformation)

EN (2006): EN 15204: 2006: Wasserbeschaffenheit – Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels der Umkehrmikroskopie (Utermöhl-Technik), DIN, Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2006.

Der Link für die Bestellung der EN 15204 bei DIN (Beuth-Verlag) ist:

<http://www.beuth.de/langanzeige/DIN+EN+15204/de/456B2518BB1FE481315A42825DB4DA2F4/88755296.html&limitationtype=&searchaccesskey=main>

4.3 Anlage 3: Integrationsschöpfer

4.3.1 Summenschöpfer System UWITEC

Der von Fa. UWITEC (Mondsee, Österreich) entwickelte Summenschöpfer arbeitet nach dem Kolbenhubprinzip. 5 l Probenmenge werden mit einem Kolben in den Schöpfer gesaugt. Der Kolben wird über Zahnräder entsprechend der abgewickelten Kettenlänge (= Absenktiefe) bewegt. Es sind 20 m (250 ml/m) oder 10 m (500 ml/m) als Arbeitstiefe möglich. Der Schöpfer kann auch hypolimnische Mischproben bilden.

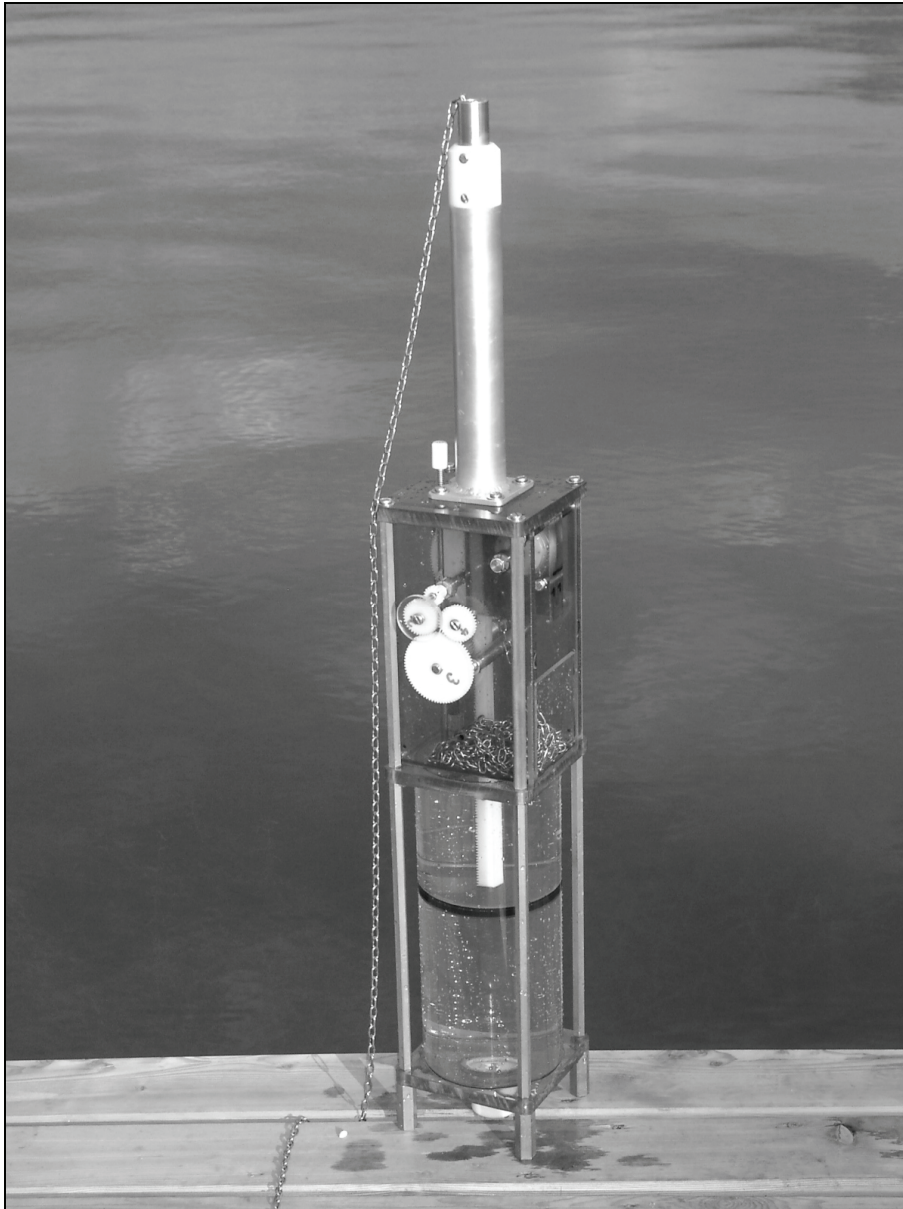


Abbildung 4: Summenschöpfer UWITEC, Foto: R. Niederreiter.

Bedienungsanleitung:

Achtung: Niemals den kleinen Schekel am Ende der Kette entfernen – sonst ist der Schöpfer verloren, nie Gewalt anwenden beim Zurückdrehen der Kette mit der Handkurbel. Vor der Probenentnahme: Transportblech (über dem Kettenspeicher) abnehmen. Durch den Transport kann es Verwicklungen in der Kette geben, deshalb sollte einmal wie nachfolgend beschrieben die Kette herausgezogen werden:

Auf das Edelstahlrohr am obersten Ende drücken und an der Schnur ziehen, dann kommt das Seilanschlussstück heraus und die Kette wird dann langsam und gleichmäßig bis zum Ende herausgezogen. Die Kette einfach auf den Boden fallen lassen, dann mit der Handkurbel die Kette wieder in den Kettenspeicher zurückkurbeln. Die Kette soll frei vom Boden über die Kante des Edelstahlrohrs in den Schöpfer laufen! Den Schöpfer hin und wieder etwas schütteln, damit sich kein „Haufen“ bildet. Am letzten halben Meter darauf achten, dass die Kette nicht vorläuft (zurückhalten), weil sie sich sonst im Kettenrad verklemmt. Solange Kurbeln bis das Seilanschlussstück im Edelstahlrohr verschwindet und einrastet. Am Seilanschlussstück muss ein Seil oder ein Stück Schnur befestigt sein, sonst bekommt man es nur schwer aus dem Edelstahlrohr heraus.

Probenentnahme: 20 m Wassersäule mit 250 ml je Meter.

Den Schöpfer an ein Windenseil oder an eine Leine, welche am Boot befestigt ist, anschließen (Seilanschlussstück). Dann wird der Schöpfer (oberhalb des Kolbens) befüllt: Den Schöpfer soweit ins Wasser tauchen, bis es über die seitlichen Plexiglasplatten des Kettenspeichers läuft und den weißen Knopf (Entlüftungsventil) neben der Aufhängung (Alurohr) drücken, bis der Schöpfer voll ist. Der blaue Schlauch soll aus dem Wasser ragen, damit die Luft aus dem Schöpfer entweichen kann. Jetzt wird der Schöpfer mit dem Ansaugstutzen in Höhe des Wasserspiegels aufgehängt. Dann drückt man auf das Edelstahlrohr und der Schöpfer taucht ab. Dabei wird die Kette aus dem Kettenspeicher gezogen, wodurch der Kolben proportional zum zurückgelegten Weg im Schöpfer nach oben geht.

Man spürt einen Ruck in der Kette, wenn die Tiefe von 20 m erreicht ist. Die Kette wird von Hand, oder mit einer Winde eingeholt und die Probe kann aus dem Schöpfer entnommen werden. Am besten mit einem 5 Liter Weithalskanister auf den man den Schöpfer einfach draufstellt. Durch den seitlichen Zapfen am Ansaugteil wird das Ansaugventil geöffnet und die Probe fließt in den Kanister. Dabei wieder den weißen Knopf neben der Aufhängung drücken, weil dadurch ein Belüftungsventil im Kolben geöffnet wird. Die Probe kann aber auch durch Anstecken des Schlauchstücks in die Kupplung am Boden des Schöpfers entnommen werden!

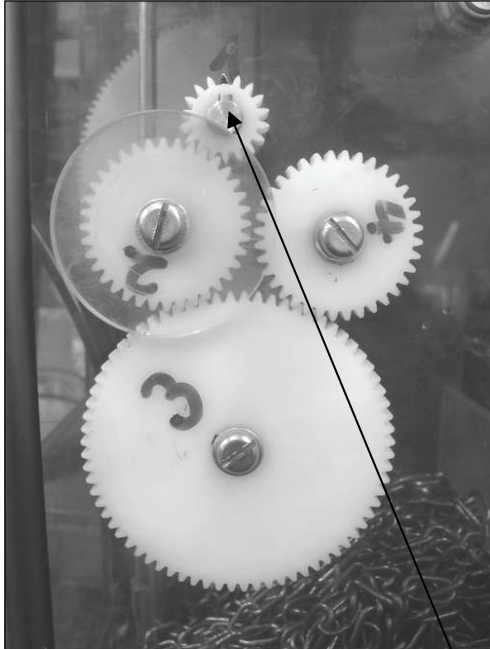
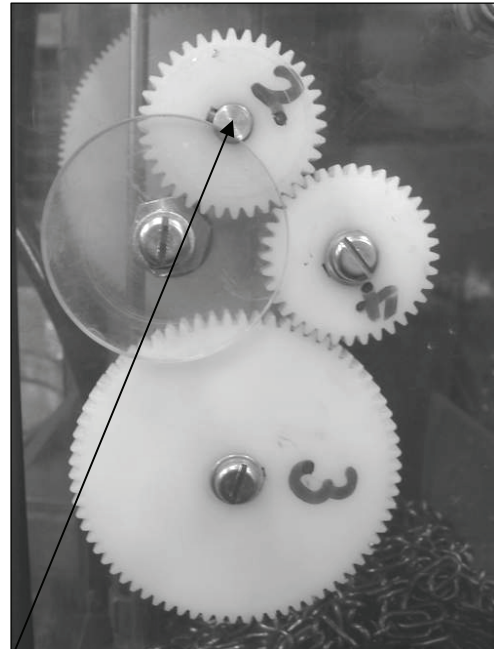
Um integrierte Proben aus größerer Wassertiefe zu entnehmen, wird der Schöpfer mit einem Seil auf die gewünschte Starttiefe abgesenkt und mittels Fallgewicht (kurzes Rohrstück) ausgelöst!

Umrüstung: Beprobung von 10 m Wassersäule (oder weniger) mit je 500 ml je Meter:

Wenn der Kolben ganz unten ist und das Seilanschlussstück eingerastet ist, wird das Zahnrad 1 (18 Zähne Messing) gegen das Zahnrad 2 (36 Zähne Kunststoff) ausgetauscht.

Plexiglasscheibe abschrauben und darauf achten, dass die kleine Passfeder nicht verlorengeht. Ersatzteil immer mitnehmen. Dann wird die Kette ausgezogen bis der Kolben ca. 2 mm vor

dem oberen Anschlag steht und dann wird ein kleiner Schekel in die Kette als Begrenzung eingeschraubt. Wichtig, da sonst das ganze Gewicht auf den Zahnradern liegt und diese zerstört! Kleinen Schekel am Ende der Kette nie entfernen!

20 m Wassersäule mit 250ml je Meter**10 m Wassersäule mit je 500ml je Meter**

Passfeder

Bezugsquelle:

UWITEC
Moosbachweg 10
A-5310 Mondsee
Österreich
Tel.: +43 6232 3946
Fax: +43 6232 394630
e-mail: richard.niederreiter@uwitec.at
Internet: www.uwitec.at

4.3.2 Summenschöpfer System Schröder

Der Wasserschöpfer dient der lückenlosen Entnahme von vertikalen Sammelproben von der Oberfläche bis zu Tiefen von maximal 21 m.

Der Sammler besteht im Wesentlichen aus einem unten offenen und oben geschlossenen Zylinder aus organischem Glas. In diesem Zylinder befindet sich ein Hohlkörper von hyperbolischer Trichterform, der am Zylinderdach befestigt ist. Beim langsamen Eintauchen des Gerätes dringt Wasser in den Zylinder und durch ein geöffnetes Ventil in den Trichter ein. Durch die hyperbolische Trichterform erfolgt das Eindringen proportional zur Tiefe. Die eingeschlossene Luft wird ebenso in Abhängigkeit von der Tiefe komprimiert. Beim raschen Herausziehen schließt das vorbeiströmende Wasser das Ventil. Das in den Trichter eingedrungene Wasser bleibt zurück. Die im Trichter und Zylinder komprimierte Luft drückt das in den Zylinder eingedrungene Wasser heraus und strömt zum Teil selbst aus. Der Zylinder wird wegen seines Auftriebes in ein Metallgestell eingebaut (Schröder 1969).

Zulässige Sinkgeschwindigkeit: $< 1 \text{ m/s}$. Hochziehen: raschmöglichst

Zur Gewinnung guter Durchschnittswerte wird das Gerät im Bereich der Probennahmestelle mehrere Male hinunter gelassen.

Entnahmevolumen pro Meter: 40 cm^3 , Gewicht leer ca. 7 kg.



Abbildung 5: Züllig-Summenschöpfer (nach Schröder),
Foto: B. Rapp (aus Rapp 1993).

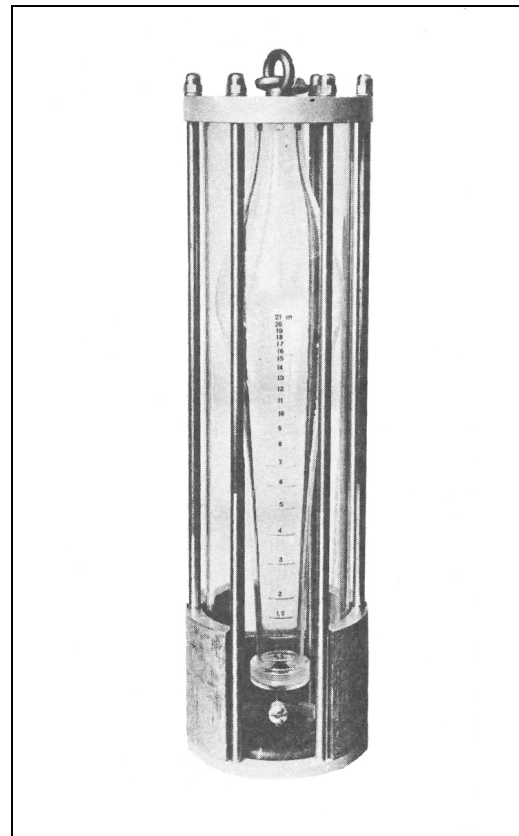


Abbildung 6: Züllig-Summenschöpfer (nach Schröder),
Foto: Züllig (Katalog 1989).

Literatur:

Rapp, B. (1993): Saisonale Artensukzession und Horizontalverteilung des Phytoplanktons in der Trinkwassertalsperre Kleine Kinzig (Nordschwarzwald), Diplomarbeit, Univ. Freiburg, 121 S.

Schröder, R. (1969): Ein summierender Wasserschöpfer. Arch. Hydrobiol. 66, 241-243.

Bezugsquelle:

Züllig AG
Rorschacherstr. 30a
CH-9424 Rheineck
Schweiz
Tel.: +41 71 88691-11
Fax: +41 71 88691-66
e-mail: info@zuellig.ch
Internet: <http://www.zuellig.ch>

Züllig Deutschland GmbH
Moselstrasse 27
D-63452 Hanau
Tel.: +49 6181 9008-0
Fax: +49 6181 9008-20

4.3.3 Summenschöpfer System Hydro-Bios

Die Firma Hydro-Bios hat einen sog. „intelligenten Wasserschöpfer“ entwickelt, der als integrierender Wasserschöpfer einzusetzen ist. Dieser arbeitet mit dem Kolbenprinzip und hat 5 Liter Volumen, mit einer elektronischen Steuerung, welche die Einsatzmöglichkeiten wesentlich erweitert. Die Elektronik wurde als Ableger aus den ozeanographischen Geräten von Hydro-Bios entwickelt und ist dort seit vielen Jahren dauerhaft im Einsatz.

Es kann in einem Einsatz ein integrierendes Profil bis 100 m Wassertiefe gefahren werden, es können frei wählbare Anfangs- und Endtiefen eingestellt werden, aus denen dann jeweils das ganze Volumen als Probe zur Verfügung steht. Der Schöpfer muss dabei langsam abgesenkt werden.

Die gewünschte Probentiefe wird vor dem Einsatz über ein wasserdichtes Handheld eingegeben und der Schöpfer ins Wasser gelassen. Die Elektronik steuert die Probennahme druckabhängig, damit immer das gleiche Volumen über die Wassersäule aufgenommen wird. Dadurch wird die Probennahme aus verschiedenen Tiefen sehr einfach und muss evtl. auch nicht zusammengemischt werden.

Falls dauerhaft mehr oder weniger als 5 Liter Probenvolumen gewünscht sind, kann der Schöpfer auch mit anderem Volumen hergestellt werden.



Abbildung 7: Summenschöpfer Hydro-Bios,
Bild: J. v. Borries & U. Fischer.

Bezugsquelle:

HYDRO-BIOS GmbH
Am Jägersberg 5-7
D-24161 Kiel-Holtenau
Tel.: +49 431 36960-0
Fax: +49 431 36960-21
e-mail: u.fischer@hydrobios.de
Internet: www.hydrobios.de

4.3.4 Rohrschöpfer System Pauli

Von Pauli (Limnol. Inst. Univ. Konstanz) entwickelter Wasserschöpfer zur Gewinnung einer Mischprobe der kompletten Wassersäule. Längen in 1 m oder 2 m. Man arbeitet sich in 1-m- bzw. 2-m-Stufen von oben nach unten durch die Wassersäule und sammelt die kompletten Schöpferinhalte auf dem Boot in einem größeren Sammelgefäß (20–40 l). Zwei Vollgummibälle verschließen das Rohr indem sie durch ein Zuggummi auf die Rohrenden gepresst werden. Die Gummibälle werden herausgezogen und auf eine Spannvorrichtung gehängt, welche in der entsprechenden Tiefe durch ein Fallgewicht ausgelöst wird. Schöpferinhalt je nach Länge und Durchmesser des Rohres ca. 1,7–3,5 l.

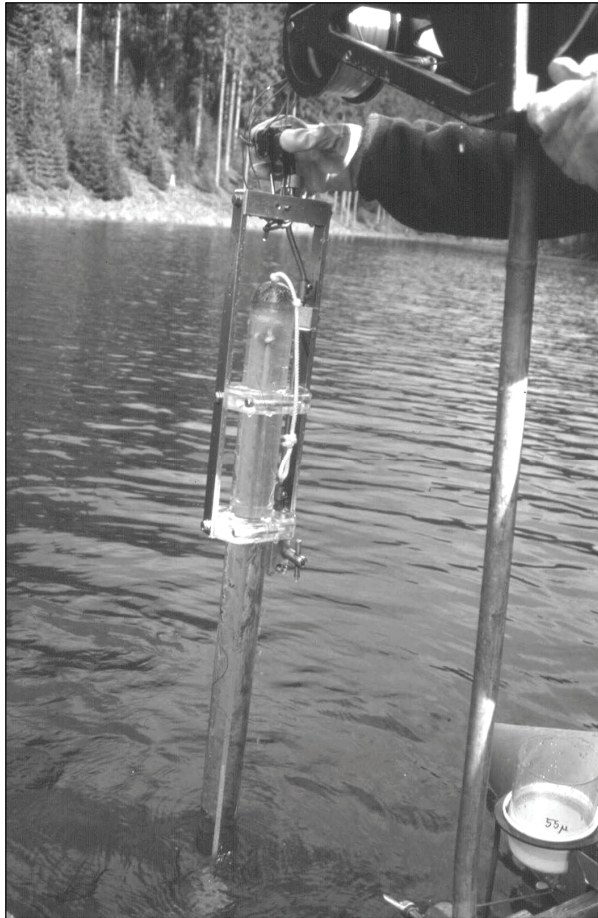


Abbildung 8: Rohrschöpfer (nach Pauli),
Foto: S. Schmidt-Halewicz (aus Schmidt-Halewicz 1995).

Literatur:

Schmidt-Halewicz, S. (1995): Bedeutung des mikrobiellen Nahrungsnetzes und des Zooplanktons in nährstoffarmen Weichwasser-Stauseen unter Berücksichtigung von Trophieveränderung und Versauerung. Dissertation Univ. Freiburg, 235 S.

Bezugsquelle: kein kommerzieller Hersteller

Eigenbauten u. a. beim Limnologischen Institut Universität Konstanz und Institut für Seenforschung (LUBW) Langenargen.

Einzelanfertigungen auf Anfrage bei Julius Pietruske, Institut für Seenforschung Langenargen

4.4 Anlage 4: Diatomeen-Präparation nach van der Werff

Aufbereitung von Diatomeenproben nach der Wasserstoffperoxid-Methode von van der Werff (1955)

Material und Geräte:

- hohe 250-ml-Bechergläser
- 30%iges H_2O_2
- Heizplatte
- Kaliumdichromat
- HCl-Konz.
- Tischzentrifuge + Zentrifugengläser
- Schraubdeckelgläschen

Durchführung:

Frische oder fixierte Diatomeenproben (ca. 25 ml) werden in hohe 250 ml Bechergläser überführt und mit H_2O auf ca 50 ml aufgefüllt. Etwa 50 ml H_2O_2 (Verhältnis 1 Teilprobe + 1 Teil H_2O_2 konz.) werden zugegeben und die Proben mindestens über Nacht stehen gelassen.

Auf einer Heizplatte werden die Suspensionen zuerst 30 min bei 80 °C erwärmt, danach 3,5 bis 4 Stunden bei 100 °C. Die Temperaturangaben bezeichnen die Einstellung der Heizplatte, **nicht** die Temperatur der Flüssigkeiten in den Bechergläsern! Droht die Flüssigkeit einzukochen, so muss mit H_2O verdünnt werden. Ca. alle 30 min sollten die Bechergläser für ein gleichmäßiges Ablaufen der Reaktion kurz geschwenkt werden. Nach Beendigung des Kochvorgangs gibt man, noch auf der Heizplatte, pro Probe ca. eine Spatelspitze KMnO_4 oder $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ zur vollständigen Oxidation zu. Hierbei empfiehlt sich diese Zugabe sehr langsam, d.h. Körnchenweise durchzuführen, da heftige Reaktionen entstehen können. Droht eine Probe überzukochen muss sie vorübergehend von der Heizplatte entfernt werden. Nach der hierbei vor sich gehenden, beendeten Farbreaktion nimmt man die Bechergläser von der Heizplatte, versetzt die Suspensionen mit etwas H_2O -dest und dann mit einigen Tropfen HCl; eine weitere Farbreaktion kann stattfinden. Jetzt werden die Proben nochmals kurz erwärmt und dann endgültig zum Abkühlen beiseite gestellt. Das organische Material ist auf diese Art und Weise fast vollständig entfernt worden.

Der Inhalt der Bechergläser wird nun ca. 15 min bei 2000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert und noch dreimal mit H_2O -dest gewaschen und zentrifugiert. Der Überstand wird verworfen, die abgesunkenen Diatomeenschalen in ein Schraubdeckelgläschen überführt.

Abfälle mit $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ müssen als Chemikalienabfälle (Chromate) entsorgt werden.

Literatur:

van der Werff, A. (1955): A new method of concentrating and cleaning diatoms and other organisms. Proc. Int. Assoc. theor. appl. Limnology 13, 276-277.

4.5 Anlage 5: Herstellen der Objektträger-Präparate nach Klee & Steinberg (1987) und BAFU (2006)

Material und Geräte:

- hohe 250-ml-Bechergläser
- Heizplatte
- Mikropipette
- Naphrax (Vorsicht enthält Toluol)
- Objektträger
- Runde Deckgläser (18 mm Ø)

Durchführung:

Gewaschenes Material verdünnen bis es leicht milchtrüb aussieht. Ggf. mehrere Verdünnungsstufen ansetzen.

Ca. 300 µl (Mikropipette auf gut entfettetes (durch erhitzten) Deckgläschen (18 mm Ø) zügig auftropfen und über Nacht ggf. mehrere Tage (mind. 12–24 h) eintrocknen lassen. Wenn auf dunklem Untergrund der weißliche Belag nicht mehr glänzt, sind die Deckgläschen fertig.

1–2 Tropfen Naphrax auf einen Objektträger geben und diesen auf einer Heizplatte bei ca. 150°C kurz erhitzen (Toluol entweicht). Bei starker Blasenbildung Hitze verringern. Deckglas mit einer feinen Pinzette mit den Algen nach unten auf den Naphrax-Tropfen legen und auf eine kühle Unterlage legen. Kleine Luftblasen durch vorsichtiges Andrücken entfernen. Vor Gebrauch 12 h abkühlen lassen.

Literatur:

Klee, R. & Steinberg, C. (1987): Kieselalgen bayerischer Gewässer. Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 4/87 (Loseblattsammlung). München.

Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2006): Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Bern, 30.03.2006.

4.6 Anlage 6: Physikalisch-chemische und biologische Parameter bei der Probennahme des Phytoplanktons in Seen

Es sollten stets anerkannte aktuelle DIN-/EN-/ISO-Normen Anwendung finden. Die Angabegenauigkeit (signifikante Stellenzahl) richtet sich nach den entsprechenden Vorgaben in den entsprechenden Methodennormen. Werden Messmethoden verwendet, deren Bestimmungsgrenzen oberhalb der in der Tabelle angegebenen Werte liegen, dürfen diese nur verwendet werden, solange die damit alle erzielten Messergebnisse deutlich oberhalb deren jeweiligen spezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Werden mit unempfindlicheren Messmethoden Werte unterhalb deren Bestimmungsgrenze gefunden, müssen empfindlichere Methoden gewählt werden. Insbesondere bei Nährstoffarmen sowie ionenarmen Gewässern ist stets die empfindlichste Methode zu verwenden.

Parameter	Probstellen: tiefste Stelle im See	Methode	Bestimmungsgrenzen
Temperatur, O ₂ (Pflichtparameter)	Sondenmessung: in m-Stufen bis 20 m, unterhalb 20 m: 2- bis 5-m-Stufen möglich	Tiefen-Sonden	0–35°C; 0,0 mg/l
Sichttiefe (Pflichtparameter)		Secchi-Scheibe	mind. 15 cm, max 20 m
Lichtklima: Attenuation	in Flachseen in 0,5- bis 1-m-Stufen, in tiefen Seen in m-Stufen bis ca. 3 × SD	Photonenflussdichte mit sphärischem Quantensensor	
pH-Wert, Leitfähigkeit	Tiefensonden oder auch aus Schöpferproben möglich, im Epi- und Metalimnion in m-Stufen, unterhalb Metalimnion 2- bis 5-m-Stufen möglich	Elektrometrie	pH 3–12; 5 µS/cm
Redoxpotential	Tiefensonden oder auch aus Schöpferproben möglich, im Epi- und Metalimnion und an der Grenze zur Anoxie in m-Stufen, unterhalb der chemischen Sprungsschicht 2- bis 5-m-Stufen	Elektrometrie	
o-PO ₄ -P	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	Photometrie	2 µg/l
Gesamt-P (Pflichtparameter)		Photometrie	5 µg/l
NH ₄ -N		Photometrie	5 µg/l
NO ₂ -N		Photometrie	2 µg/l
NO ₃ -N		IC/Photometrie	0,02 mg/l

Parameter	Probestellen: tiefste Stelle im See	Methode	Bestimmungsgrenzen
H ₂ S	Hypolimnion, über Grund	Qualitativer Nachweis (Geruchssprobe /Bleiacetat- papier), quantitativer Nachweis mit Schnelltest	0,1 mg/l
Gesamt-N (Kjeldahl-N)	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	Aufschluss unter Rück- flusskühlung NH ₄ Photometrie	0,05 mg/l
SiO ₂ -Si	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	ICP / AES	0,05 mg/l
Ca	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	ICP / AES	0,5 mg/l
Mg	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	ICP / AES	0,5 mg/l
Säurekapazität pH 4,3	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, Hypolimnion, über Grund	Titrimetrie	0,05 mmol/l
Chlorophyll a (Pflichtparameter)	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme	Photometrie	0,1 µg/l
Phytoplankton (Pflichtparameter)	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme	Utermöhl: ATT TI7 und Spezifikationen in dieser Arbeit	–
Diatomeenanalyse (Pflichtparameter)	epilimnische/euphotische Mischproben lt. Probenahme, regelmäßig. Aus dem Profundalsediment, einmalig	diese Arbeit	–

Anleitung zur Verwendung des Bewertungsprogramms „PhytoSee“

Ute Mischke

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 310, D-12561 Berlin,
E-Mail: mischke@igb-berlin.de

keywords: Phytoplankton, Auswertungssoftware, Bewertung, Wasserrahmenrichtlinie, Anleitung

Abstract/Kurzfassung

Intensive data calculations are necessary to assess lakes by means of phytoplankton to implement the EU Framework Directive (FWD) in Germany. There are more than 30 different steps to compute; all listed in the rather recently published step-by-step instruction (see Mischke et al. 2008a). The preliminary software PhytoSee version 2.0 (Mischke & Böhmer 2007) calculates all means, indices (biomass, algal classes, PTSI) as so the complete assessment result according to the Phyto-See-Index (PSI). Before automatic calculations can be started, the measured data have to be prepared according to a data format provided in a special Excel-file. This file not only contains the templates of the three main input tables, but also roughly explains the application and the structure of the Microsoft Access based software PhytoSee. The in-hand contribution serves as a more elaborated instruction to use PhytoSee.

Für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind umfangreiche Berechnungen anhand der Erhebungsdaten durchzuführen. Eine Verfahrensbeschreibung für eine Schritt-für-Schritt-Berechnung liegt erst seit kurzem vor (Mischke et al. 2008a), und umfasst mehr als 30 Berechnungsschritte. Die vorläufige Software PhytoSee Version 2.0 (Mischke & Böhmer 2007) ermöglicht eine automatisierte Berechnung aller Mittelwerte, der Indices der Bewertungskenngrößen (Biomasse, Algenklasse, PTSI) sowie die Gesamtbewertung nach dem Phyto-See-Index (PSI). Für diesen Zweck müssen die Erhebungsdaten entsprechend einer Excel-basierten Formatvorlage angeordnet werden. Neben den Vorlagen für die drei wesentlichen Eingangstabellen wird grob auch die Anwendung und Funktionsweise der Access-basierten Software PhytoSee in dieser Excel-Datei beschrieben. Der vorliegende Beitrag ist eine weiterentwickelte Anleitung zur Anwendung von PhytoSee.

Einleitung

Im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland wurde ein Verfahren zur Bewertung von Seen mittels Phytoplankton entwickelt (Nixdorf et al. 2005, Mischke et al. 2008a, Nixdorf et al. 2008). Dazu liegt seit Oktober 2007 eine Verfahrensanleitung vor, die eine Schritt-für-Schritt-Berechnung der Gesamtbewertung nach dem Phyto-See-Index (PSI) enthält. Die umfangreichen Berechnungsschritte mit allen Berechnungsformeln und Grenzwerten sind hierarchisch aufgebaut. Es müssen aus den Eingangsdaten Mittelwerte gebildet, die Indices der Bewertungskenngrößen (Biomasse, Algenklasse, Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) mit über 200 Indikatorarten) aus den Eingangsdaten berechnet und aus ihnen durch gewichtete Mittelwertbildung eine Gesamtbewertung vorgenommen werden (Details s. Mischke et al. 2008a).

Die Software PhytoSee Version 2.0 (Mischke & Böhmer 14.12.2007) ermöglicht eine automatisierte Berechnung, so dass der Anwender sich überwiegend nur mit der Aufbereitung der Eingangsdaten beschäftigen muss. Die Excel-basierte Formatvorlage für die Eingangsdaten enthält auch eine Anleitung für die Bedienung des Programms, die bisher nicht in einem zusammenhängenden Text vorliegt. Mit der vorliegenden Anleitung wird ein weiterer Baustein für die Ermittlung des Phyto-See-Index im Rahmen von Bewertungsverfahren für Seen hinzugefügt. Es ist zu beachten, dass sowohl die Software-Version als auch das Verfahren zur Bewertung von Seen noch keine endgültigen Fassungen darstellen, und es Modifikationen im Rahmen fortgesetzter Projekte geben kann. Im Prinzip wird sich jedoch an der Vorbereitung der Eingangsdaten und Anwendung des Programms nichts ändern.

Für die Benutzung des Auswertungsprogrammes ist das Microsoft Programm Access[®], ab Version 2000 erforderlich. Das Programm PhytoSee.mdb selbst ist kostenlos und mit offenem Quellcode im Internet erhältlich, darf aber nicht zu kommerziellen Zwecken nachprogrammiert werden. Es ist so konzipiert, dass es auch direkt als Datenbank genutzt werden kann. Es garantiert eine platz sparende Aufbewahrung von großen Datenmengen und ermöglicht das Anlegen von selbst definierten Abfragen zu eigenen Zwecken. Im Wesentlichen ist die Datei PhytoSee.mdb jedoch eine vorbereitete Access-Datenbank, die zum Einfügen der Erhebungsdaten vorgegebene Tabellen bereithält und danach automatisch die Berechnungen durchführt.

Die Erhebungsdaten werden in der Datenbank in 3 Tabellen gelistet, den so genannten Eingangstabellen. Die Tabellen sind untereinander sowie zu weiteren Tabellen der Datenbank durch die Felder „Gewässername“, „LaufendeNr“ und „ID“ (Taxon) verknüpft. Die Einträge in diesen Verknüpfungsfeldern müssen für einen zusammengehörigen Datensatz (Probe) in allen Tabellen in gleicher Weise erfolgen. Zusätzlich muss eine Messortidentifikation im Feld „GesGewNr_intern“ durch den Anwender vorgenommen werden. Weiterhin ist die Zuordnung zu einem Seetyp im Feld „Seen Subtyp“ der Eingangstabelle „Gewässername_SeeNr“ von grundlegender Bewertungsrelevanz, da die Bewertung auf die einzelnen Seetypen zugeschnitten ist. In Abbildung 1 ist die Beziehung der Haupttabellen in Programm PhytoSee unter Hervorhebung der Pflichtfelder dargestellt. Der Datentyp und die Herkunft der Einträge für die Pflichtdaten sind in Tabelle 1 erläutert.

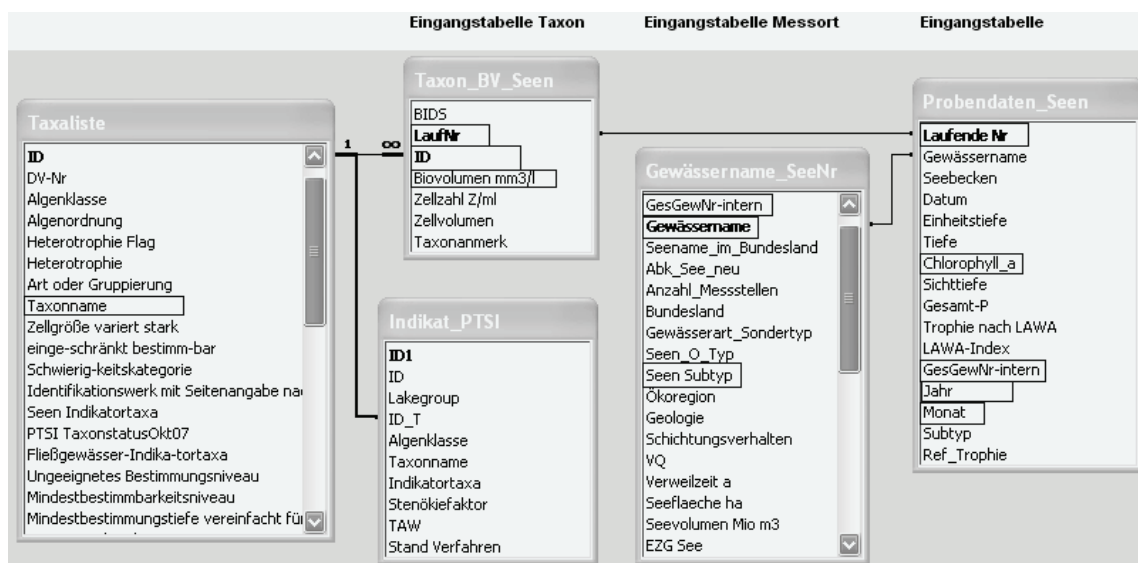


Abbildung 1: Die drei Eingangstabellen und die darin enthaltenen Pflichtfelder (umrandet) in PhytoSee.mdb mit ihren Verknüpfungsfeldern untereinander und zu der harmonisierten Taxaliste und der Indikatorliste des PTSI.

Tabelle 1: Die obligaten Pflichtfelder zur Berechnung des Phyto-See-Index.

Name des Pflichtfeldes	Erläuterung
Gewässername	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Zeichenfolge immer gleich vornehmen – Auswahl aus vorhandenem Datenbestand in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ möglich
Seen Subtyp	Textfeld: Die für den Phyto-See-Index definierten 10 See-Typen (Mischke et al. 2008a) müssen mit folgendem Kürzel ohne Anführungsstriche als Text geschrieben werden: „1“; „2-3“; „4“; „10.1“; „10.2“; „11.1“; „11.2“; „12“; „13“; „14“
GesGewNr-intern	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Schreibweise immer gleich vornehmen – Auswahl aus vorhandenem Datenbestand in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ möglich oder es erfolgt eine eigene Festlegung
Laufende Nr	Zahlenformat (Standard-Wert): Dies ist eine Probenummer zur Kennzeichnung der Probe und wird vom Benutzer definiert: Sie kodiert Gewässername plus Datum plus ggf. Entnahmetiefe
Datum; „Jahr“; „Monat“	Datumsformat: TT.MM.JJJJ oder ähnliche. Inhalt wird vom Benutzer definiert aus dem Datum der Probenahme. Daraus werden die Felder Monat und Jahr abgeleitet
Chlorophyll_a	Zahlenformat (Standard-Wert): Konzentration von Chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$) gemessen nach DIN (Phaeophytin a korrigiert) je Beprobungstermin
ID	Zahlenformat (ganze Zahl): Taxonkennnummer nach der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons (s. Mischke & Kusber 2006) oder aktualisierte Versionen
Biovolumen mm^3/l	Zahlenformat (Standard-Wert oder 9 Stellen hinter dem Komma): Mikroskopisch ermitteltes Biovolumen der Art oder des Taxon ($\text{mm}^3/\text{l} = \text{cm}^3/\text{m}^3$) berechnet aus Zellzahl/ml und mittlerem Zellvolumen des Taxons (s. Nixdorf et al. 2008)

Im Programm sind intern alle bewertungsrelevanten Informationen enthalten:

- Die harmonisierte Taxaliste mit dem Identifikationscode (ID; Mischke & Kusber 2006; Mischke et al. 2008b),
- die PTSI-Indikatorliste mit über 300 Taxa-spezifischen Trophiewerten und Stenökiefaktoren (nach Riedmüller in Mischke et al. 2008a) und
- alle Konstanten der 64 Bewertungsfunktionen in der Access-Tabelle „Seen_Klassensmetrik“ zur Indexberechnung der Einzelkenngrößen im Phyto-See-Index.

Mit Hilfe hierarchisch aufgebauter Abfragen, die eine Seetyp-spezifische Berechnung der fünf bis sieben Einzelkenngrößen gewährleisten, wird in einem Fenster das Gesamtbewertungsergebnis tabellarisch ausgegeben. Abschließend kann dies gemeinsam mit den Zwischen-

ergebnissen und den zugrunde liegenden Eingangsdaten in eine Export-Excel-Datei mit Felderläuterungen ausgegeben werden.

Grundsätzlich ist es möglich, die Eingangsdaten direkt in die Eingangstabellen vor PhytoSee-Datenbank einzutragen oder diese zu korrigieren. So können neue Messorte direkt in der Access-Datenbanktabelle in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ eingetragen werden. Es empfiehlt sich jedoch, die Daten in einem Tabellenkalkulationsprogramm z.B. in Excel nach der Formatvorlage vorzubereiten, um keine Pflichtfelder (s. Tabelle 1) zu übersehen.

Hinweise zur allgemeinen Benutzung von MS Access®-Datenbanken

Allgemein stehen alle Funktionen des Microsoft Programms Access® zur Verfügung, deren Benutzung im entsprechenden Handbuch zum Accessprogramm erläutert wird. Das Datenbankmuster „PhytoSee_Nov_07_m_Bsp.mdb“ muss aus der zip-Datei „PhytoSee_vs_2_0“ extrahiert werden.

Um zu testen, ob die Berechnungen in PhytoSee mit der eigenen Access-Programmversion funktionieren und kompatibel sind, sollte nach Öffnen der Datei „PhytoSee_Nov_07_m_Bsp.mdb“ zu Beginn das Button „Bewertungsergebnisse SEEN“ auf der Startseite angeklickt werden. Erscheint danach eine Tabelle mit den Bewertungsergebnissen für die vorhandenen Beispieldaten, ist die Access-Version mit PhytoSee.mdb kompatibel. Erscheint diese Tabelle nicht, sollte man die Microsoft Access Version 2003 verwenden. Bei den bisherigen Tests war das PhytoSee-Programm jedoch mit allen Microsoft-Versionen ab 2000 kompatibel.

Nach diesem Test oder später können die vorhandenen Beispieldaten in den Eingangstabellen „Taxon_BV_Seen“ und „Probendaten_Seen“ gelöscht werden. Alle vorhandenen Daten können in diesen beiden ungeschützten PhytoSee-Tabellen gelöscht werden, indem die Zeilen zuvor markiert werden, und danach der Access-Befehl „Bearbeiten, Datensatz löschen“ ausgeführt wird. Es ist empfehlenswert, das Datenbankmuster „PhytoSee_Nov_07_m_Bsp.mdb“ oder später erscheinende Versionen benutzerdefiniert umzubenennen, um Verwechslungen mit der Beispieldatenbank zu vermeiden. Dies kann direkt über eine übliche Ordner-Dateiname-Funktion durch Änderung des Namens erfolgen (vorzugsweise die Ziffern „_m_Bsp“ austauschen).

Nach dem Hinzufügen von eigenen Daten in die Tabellen ist allgemein kein gesondertes Abspeichern der PhytoSee.mdb-Datei erforderlich, da das Access-Programm dies automatisch vornimmt. Allerdings ist es nötig, von Zeit zu Zeit das Datenbank-Dienstprogramm „Datenbank komprimieren und reparieren“ unter dem Access-Menü „Extras“ aufzurufen. Andernfalls vergrößert sich die Datenbank-Datei (x.mdb) sehr stark und die Berechnungsgeschwindigkeit wird verlangsamt.

Eine Datenbank erfordert, dass vordefiniert wird, ob Einträge in einem Feld (Spalte) als Text (z.B. Seename) *oder* als Zahl (z.B. numerischer Wert einer Messung wie Chlorophyll a-Konzentration) eingetragen werden müssen. Die Eingangsdaten müssen in Excel in gleichem Format und wie gefordert vorbereitet werden (s.a. Tabelle 1). Die Parameterdaten für Chlorophyll a, Sichttiefe oder Gesamtposphor müssen z.B. numerische Zahlen sein, wenn sie in die Eingangstabelle „Probendaten_Seen“ eingetragen werden. Ein numerisches Feld kann als „Standard-Zahl“ oder als „Dezimalzahl“ mit einer festen Anzahl an Stellen hinter dem Komma definiert sein. Hingegen haben als „Standard“ formatierte Zellen kein bestimmtes Zahlenformat. Um jeglichen Datenverlust beim Datentransfer zwischen Excel- und Access-Tabellen zu vermeiden, ist es notwendig, dass die numerischen Felder in Excel als „Standard“ forma-

tiert sind. Es können keine Sonderzeichen wie < und > als Zahlen gelesen werden. Auch wenn nur einzelne Zellen einer Spalte als TEXT formatiert sind, kann es zu Importproblemen in numerischen Feldern kommen. Werte unterhalb von Nachweisgrenzen werden üblicherweise mit dem halben Wert der Nachweisgrenze umgewandelt, es gibt aber keine festen Regeln hierfür außer, dass es ein numerischer Wert ohne Sonderzeichen sein muss.

In einer Access-Daten sind keine Sonderzeichen und -formatierungen in der Feldüberschrift der Tabellen erlaubt: Deshalb wird aus Biovolumen mm^3/l die Zeichenfolge „Biovolumen mm^3/l “. Dies ist relevant für den Datenexport von Access nach Excel: Insgesamt können keinerlei Sonderformate (z.B. hochgestellte Zahlen oder Klammerzeichen) in den Spaltenüberschriften (= Feldüberschriften) stehen. Außerdem können auch keine Zahlenformatierungen (z.B. Runden auf eine Stelle hinter dem Komma), die in den Access-Tabellen vorgenommen wurden, durch die Exportroutine von Access nach Excel übertragen werden, so dass im Ergebnis alle Zahlen im Standard-Format in Excel erscheinen, und unterschiedlich viele Dezimalstellen aufweisen.

Die Berechnung des Phyto-See-Index erfordert, dass bestimmte Felder (Spalten) ausgefüllt sind, da deren Informationen obligat für das Verfahren sind. Diese werden als Pflichtfelder bezeichnet. Durch die hierarchische Struktur der PhytoSee-Datenbank muss zuerst der Messort kodiert werden, danach die Probennummer und Probandaten und als letztes die taxonomischen Befunde. Fehlt der Messort in der Liste „Gewässername_SeeNr“, wird der Import der Probandaten verweigert. Fehlt die Probennummer in der Liste „Probandaten_Seen“, wird der Import der Taxabefunde in Tabelle „Taxon_BV_Seen“ verweigert. Weiterhin ist der Bezug zur Taxaliste über die ID obligat. So werden nicht nur Taxa-Befunde ohne einen numerischen Wert im Feld „Biovolumen mm^3/l “ und im Feld „LaufendeNr“ nicht zum Import in das Programm PhytoSee angenommen, sondern auch, wenn die verwendete Taxon-ID nicht in der Taxaliste vorhanden ist. In allen Fällen erfolgt eine Fehlermeldung auf Schlüsselverletzung (Abbildung 2 oder 3). Die Art der Fehlermeldung hängt davon ab, ob das Pflichtfeld ein Primärschlüssel ist oder obligat durch Beziehungen definiert ist, was den Benutzer des Programms PhytoSee in beiden Fällen jedoch veranlassen sollte, zu überprüfen, ob alle Pflichtfelder ausgefüllt sind.

Die Vorbereitung der Erhebungsdaten

Um das Programm zu benutzen, müssen die Erhebungsdaten in einer bestimmten Anordnung (Formatvorlage) und Kodierung der Taxa (ID) und der Probe (s. Probennummer = LaufNr.) vorliegen.

Als Erhebungsdaten sind von einem See verpflichtend die Ergebnisse der mikroskopischen Analyse (Biovolumina der Phytoplanktontaxa) und der photometrischen Analysen (Chlorophyll a-Konzentration nach DIN) von mindestens 6 Beprobungsterminen pro Untersuchungsjahr aus einer Mischprobe zu erfassen. Außerdem muss bekannt sein, welchem Seetyp das Gewässer angehört. Alle Details für die Datenerhebung enthält die Verfahrensbeschreibung (Mischke et al. 2008a) und die Vorschrift für Probenahme und Analyse bei der Datenerhebung (Nixdorf et al. 2008).

Im Prinzip können die Pflichtfelder in den vorbereiteten Tabellen von PhytoSee auch direkt in das Accessprogramm eingegeben werden, es empfiehlt sich jedoch, die Eingangsdaten in Excel-Tabellen vorzubereiten, und die dann als Datenpaket in PhytoSee anzufügen.

Die Vorbereitung der Erhebungsdaten besteht demnach darin, diese nach den Angaben in der Datei „Formatvorlage PhytoSee Auswertungsprogramm 11_07.xls“ (Mischke & Böhmer 2007) anzuordnen. Diese Formatvorlage enthält u.a. die folgenden drei Eingangstabellen auf verschiedenen, gleichnamigen Arbeitsblättern der Excel-Datei:

Taxon BV Seen Pflichtfelder: „Laufende Nr“; Taxakennung = „ID“; „Biovolumen mm³/l“

Funktion der Tabelle: Zuordnung des ermittelten Taxabiovolumens zur Taxa-Identifikationsnummer (ID) und zur Probennummer (Laufende Nr). Platzsparende Listung aller Befunde. Ausgabemöglichkeit der vereinheitlichten Taxanamen durch Verknüpfung zur Taxaliste. Im Fall von Zähllisten mit Größenklassen für ein Taxon (Mehrfachnennung) soll ersatzweise die Eingangstabelle „Aufsummierungshilfe“ benutzt werden (s. w. u.).

Probendaten See Pflichtfelder: „Laufende Nr“; „Gewässername“; „Datum“; „Chlorophyll_a“; „GesGewNr-intern“; „Jahr“; „Monat“

Funktion der Tabelle: Zuordnung zu der Probennummer (Laufende Nr), dem Datum und den Trophieparametern wie Chlorophyll a-, Gesamtphosphorkonzentration, Sichttiefe sowie Entnahmetiefe.

Gewässername SeeNr Pflichtfelder: „GesGewNr-intern“; „Gewässername“; „Seen Subtyp“

Funktion der Tabelle: Zuordnung zu einem Seetyp für die Phytoplankton-Bewertung und Verknüpfung zu hydrologischen und morphometrischen Daten des Sees.

Neben den aufgeführten Pflichtfeldern gibt es eine Reihe anderer Felder, die für die Berechnung nicht obligat sind, aber als Bereich (Spalte) und in der Spaltenanordnung entsprechend der Formatvorlage mindestens als leere Felder mitgeführt werden müssen. Einige können aber zur Interpretation des Bewertungsergebnisses beitragen. So wird geraten, die Felder „Bundesland“; „Gesamt-P“; „LAWA-Index“ und ggf. „Taxonanmerk“ und „Gewässerart_Sondertyp“ auszufüllen, da diese in der Export-Datei mit ausgegeben werden.

Wie listet man die Daten für die Eingangstabelle Taxon_BV_Seen“ oder alternativ für die „Aufsummierungshilfe“?

Folgt man den Methodenvorgaben für Probenahme und Analyse, erhält man je Probetermin eine Liste der quantitativ erfassten Werte der Taxabiovolumina (in mm³/l) von mindestens 15–20 Taxa des Phytoplanktons. Jeder Eintrag in dieser Liste wird mit zwei verschiedenen Verschlüsselungsnummern (kurz Codes) versehen: Erstens dem Taxa-Code (ID) und zweitens mit der Probennummer (Laufende Nummer), so dass die Liste der Tabelle „Taxon_BV_Seen“ entspricht (s. Tabelle 3).

Zuordnung zum Taxa-Code

Alle gelisteten Taxa werden nach den Vorgaben in der harmonisierten Taxaliste (Mischke & Kusber 2006; Mischke et al. 2008 b, HTL) einem bestimmten Taxa-Code, der ID, durch den Anwender zugeordnet. Diese Taxa-ID stellt ein Verschlüsselungssystem für die Taxanamen dar, die man anhand der vorgegebenen Identifikationswerke (s. Hinweisspalte in der HTL in Mischke et al. 2008b) identifiziert hat. Durch die Taxa-ID, die ein bestimmtes Bestimmungswerk zur Identifikationswerk vorsieht (s. Mischke et al. 2008b), werden jedem Taxon ein einheitlicher akzeptierter Taxonname, zugeordnet, sowie der Autor und das Jahr der Erstbeschreibung, die Zugehörigkeit zum taxonomischen System (Klasse, Ordnung, Gattung) sowie zu den Indikatorlisten des Bewertungssystems (PTSI-Liste).

Tabelle 3: Eingangstabelle Taxon_BV_Seen“ mit den Feldnamen in der ersten Zeile, Hervorhebung der Pflichtfelder und Beispieldaten in der 4.–6. Zeile.

BIDS	LaufNr	ID	Biovolumen mm3/l	Zellzahl Z/ml	Zell- volumen	Taxon- anmerk
leer	Wie in Tabelle „Proben- daten_ Seen“	Taxon_ID (Zahl) aus Taxaliste (HTL)	Als „Stan- dard“ forma- tiert <i>oder</i> mit 9 Dezimal- stellen	Daten müssen „Standard“ formatiert sein	Daten müssen „Standard“ formatiert sein	Abweichung vom Taxon- namen in Taxaliste eintragen
	Pflichtfeld	Pflichtfeld	Pflichtfeld			
	460001	55	0,628639371	889,16459	707	
	460001	222	0,476245864	284,32588	1675	
	460002	228	0,93119055	173,18031	5377	

Arbeitet man mit anderen Identifikationswerken (Bestimmungsschlüsseln) als in der HTL vorgesehen, ist der biologische Bearbeiter für die richtige Zuordnung zu Artnamen, Erstautor und Jahr der Erstbeschreibung zuständig. Er erhält Hilfestellung durch die Synonymliste auf einem gesonderten Arbeitsblatt der digitalen HTL (Mischke & Kusber 2006). In der Programmbeschreibung ist eine Importfunktion für Taxabefunde angekündigt und beschrieben, die über den DV-Code der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003) kodiert sind.

Achtung: Die Importfunktion für DV-kodierte Befunde funktioniert noch nicht fehlerfrei.

Tabelle 4: Eingangstabelle „Aufsummierungshilfe“ bei Zählergebnissen in Größenklassen mit den Feldnamen in der ersten Zeile, zwei Beispielzeilen (3.–4. Zeile) und der Art der Zusammenfassung der Daten beim automatischen Anfügen an die Tabelle „Taxon_BV_Seen“ (letzte Zeile).

Laufende Nr	T_ID	Bio- volumen mm3/l	Zellzahl Z/ml	Zellvol µm3 bzw Trichom- breite	Mess- einheit_ nicht Zelle	BID	Taxon- anmerkung
Wie in Tabelle „Proben- daten_ Seen“	Taxon_ID (Zahl) aus Taxaliste (HTL)	Als „Stan- dard“ forma- tiert <i>oder</i> mit 9 Dezimal- stellen	Daten müssen „Standard“ formatiert sein	Daten müssen „Standard“ formatiert sein	leer	leer	Abweichung vom Taxon- namen in Taxaliste eintragen
Pflichtfeld	Pflichtfeld	Pflichtfeld					
460006	55	0,199595					<30µm
460006	55	0,555199					>30µm
Grup- pierung	Grup- pierung	Summe	Summe	Mittel- wert			Erster Wert

Folgende Regeln sind bei der Zuordnung zur Taxon-ID zu beachten, wenn der ermittelte Artname nicht in der HTL aufgelistet ist:

Wird ein sicher identifiziertes Taxon nicht in der 1.200 Taxa umfassenden Liste der HTL gefunden (Stand 10.2006), wird zuerst in der Synonyme-Liste der elektronischen Fassung der HTL gesucht.

Falls das Taxon auch in dieser Liste nicht gefunden wird, wird es der ID des nächst höheren taxonomischen Niveaus zugeordnet, d.h. eine nicht gelistete Art wird der Taxon-ID des Gattungsniveaus zugeordnet, eine nicht gelistete Gattung der Taxon-ID der entsprechenden Ordnung usw. Zugleich wird in diesem Fall in Spalte „Taxonanmerk“ der originale Taxonname eingetragen (s. Tabelle 3).

Im Feld für Taxonanmerkungen werden auch unsichere Artbestimmungen vermerkt, (wie *Aulacoseira cf. granulata*) die grundsätzlich immer der Taxon-ID des Gattungsniveaus zugeordnet werden müssen. Der Eintrag unter „Taxonanmerk“ wird bei der Berechnung des Phyto-See-Index zwar komplett vernachlässigt, aber in der Export-Datei im Arbeitsblatt „Rohdaten“ ausgegeben. Des Weiteren werden Einträge unter „Taxonanmerk“ in zukünftigen Projekten zur Weiterentwicklung der Bewertungsverfahren und der HTL ausgewertet. Im Jahr 2008 ist eine Erweiterung der HTL um ca. 250 neue Taxa geplant. Zeitgleich werden dann auch die Programme PhytoSee und PhytoFluss (Böhmer & Mischke 2006) auf diese aktualisierten Listen umgestellt.

Mehrfachnennungen gleicher Taxon-ID unter der gleichen Laufenden Nummer sind in der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ nicht gestattet. Deshalb wird der Import jeweils des zweiten, gleich kodierten Befundes im Programm PhytoSee verweigert (s. Abbildung 2). Die Befundeliste müssen dann mit der Aufsummierungshilfe vorbereitet und importiert werden (siehe weiter unten).

Folgt man den mikroskopischen Auswertungsstrategie in Nixdorf et al. (2008), werden die größenvariablen Taxa in Größenklassen gezählt. Auf diese Weise entstehen in der Befundeliste Mehrfachnennungen unter der gleichen Taxon-ID unter der gleichen Laufenden Nummer. Die Taxabiovolumina-Werte müssen vor Weiterberechnung aufsummiert werden. Dazu kann die Aufsummierungshilfe im Programm PhytoSee genutzt werden.

Eine inhaltliche und bewertungsrelevante Begründung hierfür besteht darin, dass die Bewertung nach Indikatorarten in der Kenngröße PTSI eine Umrechnung der Taxabiovolumina in 8 grobe Abundanzklassen erfordert. Bei Mehrfachnennungen wird das gleiche Taxon in Folge dessen anders gewichtet, als wenn nur ein einziger summierter Wert für das Taxonbiovolumen dieses Indikatortaxon vorliegen würde.

Die Aufsummierungshilfe ist eine Eingangstabelle, die ersatzweise zu der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ verwendet wird (s. Tabelle 4). Es ist hierfür nicht nötig, extra und ausschließlich nur die Befunde mit Mehrfachnennungen aus einem Datenpaket herauszusuchen, sondern es kann das gesamte Datenpaket (Befundeliste mit allen Taxa-ID und Biovolumina kodiert mit Laufender Nummer) über die Aufsummierungshilfe importiert werden. Die Anordnung der Erhebungsdaten erfolgt nach den Angaben in der Excel-Datei „Formatvorlage_PhytoSee_Auswertungsprogramm_11_07.xls“ (s.a. Tabelle 3) in der Eingangstabelle „Aufsummierungshilfe“ und die Pflichtfelder sind wie bei Taxon_BV_Seen „Laufende Nr“, Taxakennung = „ID“ und „Biovolumen mm³/l“.

Zuordnung zur Probennummer (=Laufende Nummer)

Alle Probestermine des gleichen Messortes und der gleichen Gewässer-Identifikationsnummer müssen mit der gleichen Probennummer, der Laufenden Nummer, versehen werden. Diesen Schritt müssen die Anwender selber vornehmen. Da pro Untersuchungsjahr mindestens 6 Beprobungen erforderlich sind, müssen auch mindestens 6 Laufende Nummern vergeben werden. Dies kann dadurch geschehen, dass eine vorhandene numerische Nummer des Untersuchungslabors neben jeden Befund eines Taxabiovolumens eingetragen wird, oder aber es werden eigene Nummern vergeben. In Bundesländern, in denen eine Kombination aus Messortnummer und Datum zur Identifikation der Probe dient, muss daraus mit Hilfe einer frei zu wählenden Berechnungsoperation eine eindeutige Laufende Nummer erstellt werden. In der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ ist eine Mehrfachnennung der gleichen Laufenden Nummer für alle Taxa an diesem Termin erforderlich.

Nachdem die Spalten Taxon-ID, Laufende Nummer und die Taxonbiovolumina ausgefüllt wurden, sind die Pflichtfelder in der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ erfüllt. Fakultativ kann das Feld „Taxonanmerk“ bei Taxanamen, die von der HTL abweichen, sowie die Zellzahl (Zellen/ml) und das spezifische Zellvolumen eingetragen werden. Die Spalte „BIDS“ bleibt leer, wird zum Import mitkopiert und automatisch vom Programm PhytoSee ausgefüllt.

Wie listet man die Daten für die Eingangstabelle „Probendaten_See“?

Die Probennummer kodiert jeden Eintrag in der Eingangstabelle „Probendaten“ mit Angabe der Chlorophyll a-Konzentrationen, der Beprobungstiefe (Eu für Probe aus euphotischer Zone oder Epi für Epilimnionprobe) und weiterer fakultativer chemisch-physikalischer Messgrößen wie Gesamtphosphor-Konzentration und Sichttiefe, sowie den daraus ermittelten LAWA-Trophie-Index (1999). Die Probennummer darf nur einmal benutzt werden (keine Mehrfachnennungen möglich). Für das Pflichtfeld „Chlorophyll_a“ muss es pro Untersuchungsjahr mindestens 4 Werte geben. Die entsprechende Probennummer wird in der Liste der Taxabio-volumina des Phytoplanktons in der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ wiederholt (s. Beispiel in Tabelle 5).

Tabelle 5: Eingangstabelle „Probendaten“ mit Beispiel.

Pflicht-feld	Pflicht-feld		Pflicht-feld			Pflicht-feld					Pflicht-feld	Pflicht-feld	Pflicht-feld		
						$\mu\text{g/l}$	m	$\mu\text{g/l}$							
Standard-Zahl	Textfeld	Text	Datums-feld	Text-feld		Standard-Zahl	Standard-Zahl	Standard-Zahl	Text-feld	Zahl	Textfeld	Standard-Zahl	Standard-Zahl	Text-feld	Text-feld
Laufende Nr	Gewässer-name	See-becken	Datum	Einheits-tiefe	Tiefe	Chloro-phyll_a	Sicht-tiefe	Gesamt-P	Trophe nach LAWA	LA-WA-Index	GesGew-Nr-intern	Jahr	Monat	Sub-typ	Ref_Trophe
460001	Beutelsee		11.04.06	Eu		44	1,2	137	eu 1		BRB3463	2006	4	11.1	
460002	Beutelsee		30.05.06	Eu			1,8	118	eu 1		BRB3463	2006	5	11.1	
460003	Beutelsee		27.06.06	Eu		14,3	2	169	eu 1		BRB3463	2006	6	11.1	
460004	Beutelsee		25.07.06	Eu		23,9	1,6	111	eu 1		BRB3463	2006	7	11.1	
460005	Beutelsee		22.08.06	Eu		27,4	1	105	eu 1		BRB3463	2006	8	11.1	
460006	Beutelsee		26.10.06	Eu		4,4	3	218	eu 1		BRB3463	2006	10	11.1	

Der „Gewässername“ muss genau gleich wie in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ geschrieben werden. Das Feld „GesGewNr-intern“ muss ausgefüllt sein (Mehrfachnennung). Es muss dem entsprechenden Eintrag in der Eingangstabelle „Gewässername_SeeNr“ gleichen.

Es muss ein Eintrag in den Feldern „Datum“, „Monat“ und „Jahr“ für jede Probennummer vorhanden sein. *Tipp:* Bei der Datenvorbereitung in Excel ist es möglich, die Felder „Monat“ und „Jahr“ automatisch aus dem Datum (TT.MM.JJJJ oder andere Datumsformate möglich) mit den folgende eingebauten Excel-Funktionen zu erzeugen: 1) in Feld Monat trage ein: +Monat(D5) und 2) in Feld Jahr trage ein: +Jahr(D5). Termine ganz am Anfang oder ganz am Ende des Monats können per Hand die Monatszahl des benachbarten Monats erhalten, falls der Benutzer dies aufgrund ungünstig verteilter Probentermine für nötig hält. Dies kann zum Beispiel erforderlich sein, wenn für einen Monat 2 Termine vorliegen, nicht aber für den benachbarten Monat.

Ein Primärschlüssel verhindert, dass Probentermine mehrfach importiert werden. Es wird ein erneuter Import bereits vorhandene Einträge unter der gleichen Laufenden Nummer (Probennummer) blockiert und eine Standard-Access[®]-Fehlermeldung ausgegeben (s. Abbildung 2), dass für einen Teil oder für alle Datensätzen eine Schlüsselverletzung vorliegt und diese deshalb nicht angefügt werden können.

Eine solche Schlüsselverletzung kann entweder daher rühren, dass zuvor für andere Proben die gleiche Laufende Nummer bereits vergeben wurde, oder, dass zuvor ein (un-)vollständiger Datenimport des gleichen Datenpaketes versucht wurde. In beiden Fällen müssen andere Nummern für die „Laufende Nr.“ vom Benutzer für die Probentermine vergeben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die „Laufende Nr.“ gleichsinnig für die gleiche Probe in der Tabelle „Taxon_BV_Seen“ vergeben wird.

Wie listet man die Daten für die Eingangstabelle „Gewässername_SeeNr“?

Diese Eingangstabelle enthält besonders viele fakultative Felder zu der Seemorphometrie, Hydrologie, Landnutzung im Einzugsgebiet und zu den Krüger-Gaus-Koordinaten. Diese können leer bleiben oder später direkt in der Access-Tabelle nachgetragen werden. Es gibt nur drei für die Berechnung wesentliche Pflichtfelder: „GesGewNr-intern“, „Seename“, „Seen Subtyp“.

Der „Gewässername“ muss wie in der Tabelle „Probendaten_See“ geschrieben sein.

Der Eintrag im Feld „GesGewNr-intern“ muss genau gleich sein wie in Tabelle „Probendaten_See“. Es kann von dem Anwender selbst definiert werden und es ist ein Textfeld. Sollte der „Gewässername“ bereits in der programminternen Auswahl-Liste der Access-Tabelle „GesGewNr-intern“ vergeben sein, sollte diese „GesGewNr-intern“ hier entnommen werden (nicht zwingend).

Das Feld „Seen Subtyp“ muss entsprechend den durch das Verfahren definierten Bezeichnungen ausgefüllt werden. Es ist als ein Textfeld zu formatieren, d.h. falls z.B. eine „13“ in der Datenvorbereitung in Excel eingetragen wird, muss die automatisierte Formatierung, die durch Excel automatisch durchgeführt wird, überlistet werden: Durch den Excel-Befehl „Format“ >> „Zellen“ >> „Text“ wird die Zahl und alle markierten Felder als „Text“ behandelt.

Tabelle 6: Die ersten 10 Spalten der Eingangstabelle „GesGewNr-intern“ mit allen erforderlichen Pflichtfeldern mit Beispiel (letzte Zeile). In der Originalformatvorlage schließen sich noch 26 weiteren Spalten als vorbereitete, fakultative Felder rechts an die Tabelle an (nicht dargestellt).

	Pflicht-feld	Pflicht-feld	Wunsch	Wunsch	Wunsch	Pflicht-feld	Pflicht-feld	Wunsch	Pflicht-feld
Zahl	Textfeld	Textfeld	Textfeld	Textfeld	Zahl	Textfeld	Textfeld	Zahl	Textfeld
ID1	Ges-GewNr-intern	Gewässer-name	Seename im Bundesland	Abk-See-neu	Anzahl_Messstellen	Bundesland	Gewässerart-Sondertyp	Seen-O-Typ	Seen-Subtyp
	BRB3463	Beutelsee				Brandenburg	See	11	11.1

Weist ein Seebecken einen anderen Seetyp bzw. „Seen Subtyp“ als das Hauptseebecken auf (zum Beispiel polymiktisch statt geschichtet), dann muss dieses Seebecken als eigener Wasserkörper bewertet werden. Das Seebecken erhält einen eigenen Seenamen und eine eigene Seenummer im Feld „GesGewNr-intern“, die beide unterschiedlich zum Hauptbecken sind.

Gibt es Eingangsdaten für mehrere Messpunkte (evt. Seebecken) des gleichen Sees mit gleichem Seetyp, und sollen die Messpunkte zu einer gemeinsamen gemittelten Bewertung des Sees führen, so müssen die Einträge in den Feldern „Seename“ und „GesGewNr-intern“ für alle Seebeckenproben gleich sein, und nur im Feld „Seebecken“ in der Tabelle „Probendaten“ (s. Tabelle 5) unterschiedliche Einträge vorgenommen werden.

Der Eintrag im Feld Bundesland kann für die Auswahl der Seen für den Export genutzt werden.

Falls das Untersuchungsgewässer ein Sondertyp ist, z.B. Talsperre, Marschengewässer oder Baggersee, muss auch ein Eintrag im Feld „Gewässerart-Sondertyp“ gemacht werden.

Import der in Excel vorbereiteten Eingangstabellen nach PhytoSee

Das Programm PhytoSee hat keine spezielle Importfunktion. Auch ohne eine solche geht das Importieren der vorbereiteten drei Eingangsdatentabellen ohne erheblichen Aufwand. Die in der Exceldatei vorbereiteten Daten werden kopiert und durch einen Befehl an die entsprechende Access-Tabelle angefügt.

Im Einzelnen wird jeweils der Datenbereich ohne Spaltenkopf von einer der Excel-Tabellen „Formatvorlage...xls in die „Zwischenablage“ des Computers kopiert (Befehl Kopieren). Es ist nötig, die gegebene Reihenfolge der Tabellen (a nach c) beim Kopieren und Anfügen (Schritt d und e) einzuhalten, da sonst Fehlermeldungen zu Schlüsselverletzungen auftreten (z.B. ist für den Import von Einträgen in die Tabelle „Taxon_BV_Seen“ die Festlegung der Seenummer und -name in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ sowie die Festlegung der Probennummer in der Tabelle „Probendaten_See“ notwendig).

- a) Gewässername_SeeNr
- b) Probendaten_See
- c) Taxon_BV_Seen *oder* „Aufsummierungshilfe“ nach Access-Tabelle „Rohdaten_Taxon_BV_mit_Groessenklassen“
- d) Danach wird mit dem Access-Programm die Datenbank PhytoSee aufgerufen. Neben dem Startformular erscheint ein Fenster, das alle Programm-Tabellen auflistet (Abbildung 4). Es wird die Access-Tabelle von PhytoSee durch Doppelklick ausgewählt und geöffnet, die der zuvor kopierten Eingangstabelle entspricht und gleichnamig lautet.
- e) Abschließend werden mit dem Access-Befehl in der Menüleiste „Bearbeiten, Am Ende anfügen“ die Daten aus der „Zwischenablage“ eingefügt. Dies wird für alle 3 Eingangstabellen (a bis c) wiederholt.

Der Import ist nun abgeschlossen, sofern nicht die „Aufsummierungshilfe“ anstatt der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ genutzt wurde. Dies ist immer dann nötig, wenn bekannt ist, dass die Befundeliste Mehrfachnennungen für Taxa enthält, die in Größenklassen gezählt wurden oder sonstige Mehrfachnennungen eines Taxons für einen Probestern vorliegen.

Die Anwendung der Aufsummierungshilfe ist jedoch spätestens dann angezeigt, wenn bei dem Versuch die Daten aus der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ anzufügen, eine Fehlermeldung für „mehrfach vorkommende Werte“ erscheint (s. Abbildung 2). In diesem Fall soll nach dem Bestätigen mit „ok“ im folgenden Fenster der Anfüge-Vorgang mit „Abbrechen“ komplett unterbrochen werden. Die Befundelisten mit Taxabiovolumina müssen dann mit der Aufsummierungshilfe importiert werden (Vorbereitung s. Tabelle 4).

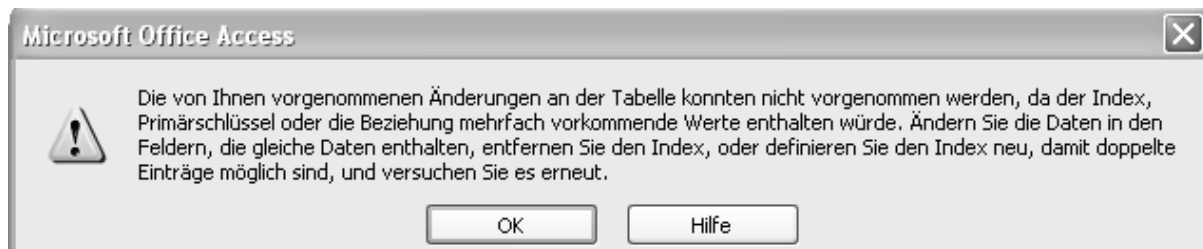


Abbildung 2: Fehlermeldung in Access[®] bei mehrfachem Eintrag gleicher Werte im Feld Taxon_ID bei gleicher Probennummer, nach dem Versuch, Daten aus der Eingangstabelle „Taxon_BV_Seen“ mit diesen Mehrfachnennungen (z.B. ein Taxon mit mehreren Größenklassen) anzufügen.

Ausführen der Aufsummierungshilfe zum Import von Zähllisten mit Größenklassen

Nach Kopieren des vorbereiteten Datenbereichs „Aufsummierungshilfe“ von der Excel-Datei werden mit dem Access-Befehl in der Menüleiste „Bearbeiten, Am Ende anfügen“ die Daten aus der „Zwischenablage“ eingefügt.

Um die Aufsummierung der Taxabiovolumina auszuführen, muss in PhytoSee die (Anfüge-) ABFRAGE „Aufsummierung_Rohdaten_Groessenklassen“ doppelt angeklickt werden. Danach erscheinen im Programmfenster nachfolgend zwei Fragen, die mit „Ja“ beantwortet werden müssen:

„Sie beabsichtigen, eine Anfügeabfrage auszuführen, die Daten in Ihrer Tabelle ändern wird.“

„Sie beabsichtigen X-Zeilen anzufügen?“

Daraufhin werden die aufsummierten Taxabiovolumina und alle weiteren erforderlichen Felder automatisch an die Eingangstabelle Taxon_BV_Seen“ angefügt. Für diesen Zweck werden nicht nur die Taxabiovolumina aufsummiert, sondern auch die anderen Felder gruppiert, aufsummiert, nur der erste Eintrag verwendet oder ein Mittelwert gebildet, wie in der untersten Zeile in Tabelle 4 für alle Felder spezifiziert ist.

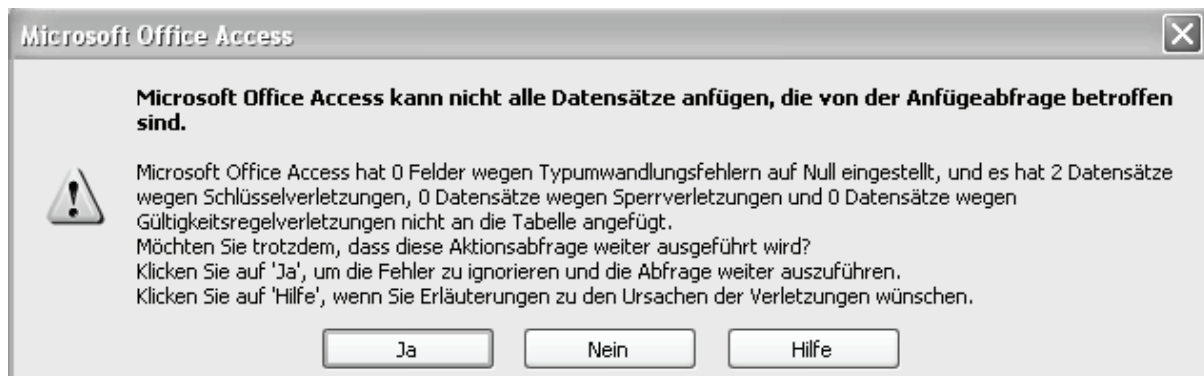


Abbildung 3: Fehlermeldung bei Schlüsselverletzung.

Ein Primärschlüssel verhindert, dass Befunde mehrfach importiert werden (s. Fehlermeldung Abbildung 2 oder Abbildung 3).

Es wird ein erneuter Import bereits vorhandener Einträge unter der gleichen (Taxon-)ID und gleicher Laufender Nummer blockiert und eine Standard-Access[®]-Fehlermeldung ausgegeben (s. Abbildung 3), die besagt, dass für einen Teil oder für alle Datensätzen eine Schlüsselverletzung vorliegt und diese deshalb nicht angefügt werden können. In diesem Fall sollte mit „Nein“ und im nächsten Fenster „Abbrechen“, der Datenimport abgebrochen werden.

Eine solche Schlüsselverletzung kann daher rühren, dass zuvor ein Datenimport mit der Eingangstabelle Taxon_BV_Seen versucht wurde, der trotz Fehlermeldung (Abbildung 2) nicht abgebrochen wurde, und ohne dass vorher Taxabiovolumina aufsummiert wurden. Dann ist dieser Datenimport unvollständig und muss gelöscht werden.

Löschen von unvollständig importierten Datenpaketen

Für den Fall, dass vom selben Datenpaket durch einen unvollständigen Datenimport bereits nicht richtig aufsummierte Taxabiovolumina in der Tabelle Taxon_BV_Seen vorhanden sind, müssen diese unbedingt komplett gelöscht werden, bevor ein Neuimport durch die Aufsummierungs-hilfe vorgenommen wird. Dazu werden alle Zeilen dieses Datenpakets in der Access-Tabelle markiert (identifizierbar an der Laufenden Nr.) und mit dem Access-Befehl „Bearbeiten; Datensatz löschen“ das Löschen ausgeführt.

Berechnung des Phyto-See-Index und Ausgabe der Bewertungsergebnisse

Um die Berechnung des Phyto-See-Index und aller Metrics auszuführen, muss auf der Startseite von PhytoSee nur der **Button „Bewertungsergebnisse Seen“** gedrückt werden, und die nun erscheinende Frage „Sollen alle Zwischenergebnisse neu durchgerechnet werden?“ mit

„Ja“ beantwortet werden (anklicken). Die Antwort „Nein“ ist nur dann sinnvoll, wenn sich die Datengrundlage nicht verändert hat.

Nach beiden Varianten der Anfrage „Bewertungsergebnisse Seen“ erscheint nach kurzer Zeit in Access die Tabelle „S_Gesambewertung“. Diese Tabelle dient dazu zu prüfen, ob alle neu eingegebenen Untersuchungsjahre und Messorte auch ausgewertet wurden. Falls einige oder alle Untersuchungsjahre nicht berechnet wurden und in dieser Liste fehlen, sollten zuerst folgende Eingaben überprüft werden:

- 1) Wurde der Seename identisch in den Tabellen „GesGewNr-intern“ und „Proben-daten_See“ in den Feldern „Gewässername“ geschrieben?
- 2) Fehlen vielleicht die Einträge im Feld „GesGewNr-intern“ der Eingangstabelle „Pro-bendaten_See“ für jeden Beprobungstermin?
- 3) Prüfe die Schreibweise und den Datentyp (Textfeld!) des Gewässertyps in Feld „Seen Subtyp“ in der Eingangstabelle „Gewässername_SeeNr“.
- 4) Wurde die erforderliche Anzahl von mindestens 4 Beprobungen im Zeitraum März bis November unterschritten? In diesem Fall wird kein PSI-Ergebnis ausgegeben.

Wenn auch nach dieser Überprüfung weiterhin Probleme auftreten, sollte Rücksprache mit den Programmentwicklern erfolgen. Dazu kann die vorbereitete Tabelle „Formatvorlage_-PhytoSee_Auswertungsprogramm_11_07.xls“ zur Überprüfung versendet werden.

Bei korrekter Eingabe aller Pflichtfelder erscheinen alle Untersuchungsjahre in Access in der Tabelle „S_Gesambewertung“. Danach können die Gesamtbewertungstabelle sowie einige Zwischenergebnisse für die Einzelmetrik-Berechnung nach Excel exportiert werden, indem der **Button „Export Bewertungsergebnisse“** im PhytoSee Startformular angeklickt wird. Man wird dann gefragt, ob man alle Bewertungsergebnisse haben möchte. Man klickt „ja“, da die vorbereitete Auswahlfunktion, die die Auswahl für einzelne Bundesländer ermöglichen soll, noch nicht funktioniert.

Es erscheint das Meldungsfenster „Speichern unter“, indem vom Programm PhytoSee automatisch ein Dateiname vorgeschlagen wird:

z.B. PhytoSee-Export_05-02-2008_18-00Uhr.xls.

Nach der Auswahl des Speicherorts wird die Export-Datei dort abgespeichert. Da die Berechnungen ausgeführt werden müssen, kann dies einige Zeit dauern. Zur Bestätigung eines erfolgreichen Exportes erscheint das Fenster mit der Meldung: „Daten wurden unter – x Datei-Pfad – abgespeichert“.

Die PhytoSee-Exportdatei enthält mehrere Arbeitsblätter und eine Vielzahl von Informationen. Eine Übersicht über die exportierten Ergebnisse findet sich in Tabelle 7. Es werden alle Feldüberschriften der Tabelle „Gesambewertung“ auf dem Arbeitsblatt „Info“ erläutert sowie die Programmversion angegeben.

Weiterhin werden einige Zwischenergebnisse der Einzelkenngrößenberechnung ausgegeben. So kann man zum Beispiel die vom Programm berechneten Saisonmittelwerte der Algenklassenbiovolumina und -prozentanteile für alle Einzeltermine dem Arbeitsblatt „S_Bew_-Klassen_alle“ entnehmen. Für die Benutzer ist auch von großem Interesse, welche der ermittelten Arten als Indikatorarten für den Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) genutzt wurden und welche Abundanzklasse, welchen Trophieankerwert (TAW) und Wichtungs-

faktor sie automatisch vom Programm PhytoSee erhalten haben (s. Mischke et al. 2008a). Diese Angaben kann man direkt der Liste im Arbeitsblatt „S_PTSI_Taxa_Roh“ in der Exportdatei entnehmen und stichprobenhaft überprüfen.

Tabelle 7: Arbeitsblätter in der PhytoSee-Exportdatei (Exceltabellen).

Name des Arbeitsblattes	Erläuterungen
Gesamtbewertung	Gesamtbewertung (Export der Ergebnistabelle)
S_BW_BV_AlgeK	Bewertung von Gesamtbiovolumen, Saisonmittel Chla und Max Chla sowie Einzelergebnisse der Algenklassenbewertung
S_Bew_Klassen_alle	Summierte Biovolumina und Prozentanteile der Algenklassen in den relevanten Bewertungszeiträumen und Gesamtbiovolumen
S_PTSI_Tag	Phytoplankton-Trophie-Seen-Index pro Tag berechnet
S_PTSI_Taxa_Roh	Liste aller verwendeten Indikatorarten je Planktonprobe (LaufNr) mit TAW und Stenökiewert und ihre gemessenen Taxabiovolumina transformiert in die Abundanzklasse (AB_class) je Gewässer und Datum
Taxa_Rohliste	Ausgabe der eingegebenen Taxabefunde mit Kodierung und Probennummer, Seename und Datum. Größenklassen einer Art je Ort und Datum sind aufsummiert

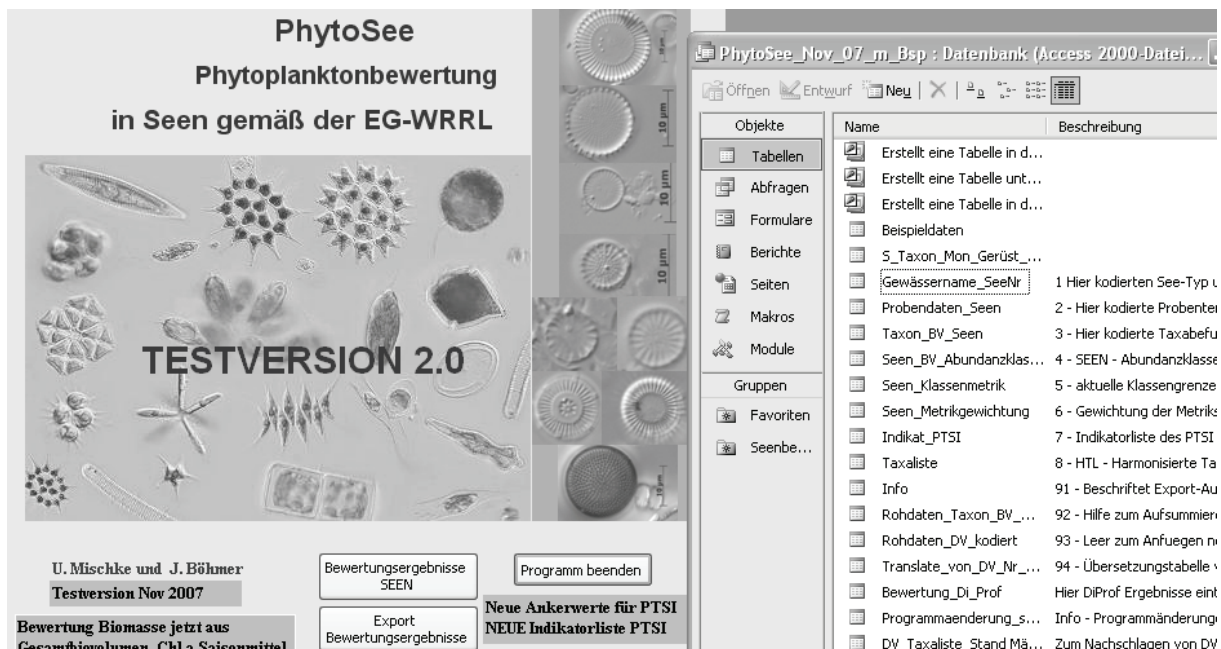


Abbildung 4: Startseite des Auswertungsprogrammes PhytoSee nach dem Öffnen mit dem Programm MS Access®. Links sind im Startformular die Bedienungsbutton zu sehen. Das Anfügen von Daten erfolgt an die Tabellen 1, 2, 3 bzw. 92 (s. Beschreibung in der rechts aufgeführten Tabellenliste).

Das letzte Arbeitsblatt „Taxa_Rohliste“ listet alle importierten Taxabefunde, Biovolumina, die ID, die Laufende Nummern und die den Verknüpfungsfelder zugeordneten Seenamen und Datum sowie Taxanamen der Taxaliste als Kontrollmöglichkeit der Datengrundlage.

Das Programm wird mit dem Button „Programm beenden“ verlassen.

Ausblick

Diese Version ist eine Testversion, die bis Ende 2008 eine Überarbeitung erfahren wird. Die Anordnung in der Formatvorlage wird sich nicht grundsätzlich ändern. Geplante Änderungen, die vor allem eine erhöhte Benutzerfreundlichkeit betreffen, sind dem Bericht zum Praxistest zu entnehmen. Das Programm PhytoSee wird, wie das Programm PhytoFluss, eine über einen Button gesteuerte Importfunktion erhalten.

Weiterhin sind Plausibilitätskriterien für die Datenbereiche der Importdaten geplant.

Einige benutzerfreundliche Funktionen sind in PhytoSee noch nicht aktiv geschaltet. So funktioniert noch nicht die Auswahl von Untersuchungsergebnissen für ein Bundesland für eine Ausgabe in die Exportdatei. Außerdem gibt es noch keine Informationsmeldung wie „Berechnung läuft“.

Die automatisierte Berechnung der fakultativen Bewertungskenngröße DI-PROF nach Schönfelder (in Mischke et al. 2008) kann nicht mit dem Programm PhytoSee erfolgen. Für diesen Zweck kann eine weitere einfache Software (DiProfBerech.mdb) verwendet werden, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt wird.

Literatur

- Böhmer, J. & Mischke, U. (2006): Auswertungssoftware Version PhytoFluss_10_06 mit Informationen zur Software PhytoFluss mit Eingabeformat zum deutschen Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Downloads zum Bewertungsverfahren Phytoplankton nach WRRL Phytoplankton. Version 03.11.2006.
Internet: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- Mischke, U. & Böhmer, J. (2007): PhytoSee Version 2.0 Auswertungssoftware zur Bewertung von Seen gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie mit Informationen zur Software PhytoSee mit Eingabeformat „Formatvorlage_PhytoSee_Auswertungsprogramm_11_07.xls“. In: IGB. Downloads zum Bewertungsverfahren Phytoplankton nach WRRL Version. 14.12.2007.
Internet: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2006): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel-Datei-Liste mit ausführlichen Anmerkungen. Stand September 2006.
Download: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- Mischke, U., Kusber, W.-H. & Riedmüller, U. (2008): Auszüge aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons mit einem Vorschlag zur verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe für die Bewertung von natürlichen Seen der Ökoregionen Alpen und norddeutsches Tiefland. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 203-263.

- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 7-115.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. & Bahnwart, M. (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 147-184.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bericht 18.08.2005 Bad Saarow, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Probenahmევorschrift.

Auszüge aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons mit einem Vorschlag zur verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe für die Bewertung von natürlichen Seen der Ökoregionen Alpen und norddeutsches Tiefland

Ute Mischke¹, Wolf-Henning Kusber² & Ursula Riedmüller³

¹⁾ Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 310, D-12561 Berlin
E-Mail: mischke@igb-berlin.de

²⁾ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, ZE Freie Universität Berlin, Königin-Luise Str. 6–8, D-14195 Berlin, E-Mail: w.h.kusber@bgbm.org

³⁾ LBH, Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg, E-Mail: bnoc@xtraport.de

Keywords: Phytoplankton, Taxalisten, Bewertung, Wasserrahmenrichtlinie, Qualitätssicherung

Abstract/Kurzfassung

The so called Harmonised Taxa-List of phytoplankton of Germany (HTL) serves as an operative taxa list for freshwater monitoring. The HTL was established on the basis of a large data set of quantified phytoplankton samples of German rivers and lakes in order to standardise monitoring data in the course of the implementation of the European Water Framework Directive. Since the first publication (Mischke et al. 2004), the HTL was developed as an information tool to manage classification, synonyms, and relevant identification literature. In this contribution we propose a minimum identification level for species indicating lake water quality. For the non-indicating taxa a lower identification level will be required. For the deduction of the minimum identification level for 1.200 taxa of the HTL a comparison with the current Indicator List (PTSI, including 332 taxa) of the German evaluation method of lakes ("Phyto-See-Index" according to Mischke et al. 2008) was necessary. Both lists can not be unified without conflicts. In 2008 we expect an extension of both lists (HTL, PTSI) because of the results of ongoing projects on the fine tuning of the German evaluation method of lakes respectively on artificial or heavily modified lakes. In this contribution some arguments for the unification of both lists are proposed.

Die harmonisierte Taxaliste (HTL) des Phytoplanktons dient als operative Taxaliste. Sie wurde aus der Sammlung quantitativer Befunde von Flüssen und Seen Deutschlands entwickelt, um die Überwachungsdaten für die Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu vereinen. Die HTL wurde seit ihrer Erstveröffentlichung (Mischke et al. 2004) zu einer Informationsquelle weiterentwickelt u.a. für die systematische Zuordnung, für die anzuwendenden Identifikationswerke sowie mit Hinweisen auf verbreitete Synonyme. In diesem Beitrag erfolgt ein Vorschlag für eine verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe, welches die Indikatorarten des Bewertungsverfahrens für Seen aufführt, aber für die restlichen Taxa ein niedrigeres Bestimmungsniveau verlangt. Für die Herleitung dieser spezifischen Bestimmungstiefe ist für die 1.200 Taxa der HTL ein Abgleich mit der aktuellen Indikatorliste (PTSI mit 332 Taxa) des Seenbewertungsverfahrens (Mischke et al. 2008) erforderlich. Die in beiden Listen erfolgten Gruppierungen von Taxa sind nicht ohne Widersprüche anzugleichen. Im Jahr 2008 sind sowohl in einem Projekt, das sich nochmals mit Verfahrensanpassungen für die natürlichen Seentypen beschäftigt, als auch in einem weiteren, in welchem ein Bewertungsansatz für künstliche und stark veränderte Seen erarbeitet wird, noch Erweiterungen der HTL und Veränderungen in den PTSI-Listen zu erwarten. Im vorliegenden Beitrag werden erste Vorschläge zur Diskussion gestellt, wie eine Angleichung der Listen erfolgen könnte.

Einleitung

Besonders in der sehr artenreichen Biokomponente Phytoplankton, mit geschätzt mehr als 20.000 Arten in limnischen Gewässersystemen, ist eine übersichtliche Liste der häufigen, heimischen Arten wichtig für die wasserwirtschaftliche Praxis. Diese Funktion hat die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons, kurz HTL (Mischke & Kusber 2006) übernommen. Die HTL stellt gleichzeitig ein Kodierungssystem der Phytoplanktonbefunde dar, und beschränkt sich auf die häufiger gemeldeten Arten. Im Gegensatz dazu nimmt die zeitlich parallel entwickelte Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003) auch Taxa in ihren DV-Code auf, die nur durch einen einmaligen Befund belegt sind.

Die HTL wurde praxisorientiert entwickelt, indem sie aus der Sammlung und Zusammenführung von über 350.000 Befunden in den 2 nationalen Datenbanken für Flüsse und Seen entstanden ist. Um die Harmonisierung der Meldelisten bei Routineauswertungen voranzutreiben (Mischke et al. 2004), stellt die HTL viele weitere bewertungsrelevante Merkmale, wie die systematische Zuordnung zu den Klassen und Ordnungen (s. Metric „Algenklassen“ in Mischke et al. 2008, dieses Heft) für die nahezu 1.200 Taxa zusammen, sowie deren im deutschsprachigen Raum zu empfehlende, aktuelle Identifikationswerke. Letztere Empfehlungen wurden auf Basis der in Mauch et al. (2003) gelisteten Werke weiterentwickelt und zu jedem Taxon wird nun nur ein einziges Bestimmungswerk zugeordnet (Mischke & Kusber 2006).

Verfügbare bewertungsrelevante Informationen in der HTL

Vor der Internet-Veröffentlichung der HTL in der Version September 2006 und ihrer verpflichtenden Anwendung für die Gewässerbewertung zur Umsetzung der EU-WRRL (Mischke & Behrendt 2007; Nixdorf et al. 2005), war es bei der Bestimmung des Phytoplanktons möglich, eine eigene Auswahl aus den konkurrierenden Bestimmungswerken (z.B. Reihe „Süßwasserflora Mitteleuropas“ gegenüber Reihe nach Huber-Pestalozzi) zu treffen, und beliebig auch weitere, mehr aktuelle Einzelveröffentlichungen heranzuziehen. Dies führte in der Vergangenheit dazu, dass je nach genutztem Bestimmungswerk dieselbe Art (bzw. dasselbe Taxon) teils unter verschiedenen Namen identifiziert, teils unterschiedlich klassifiziert wurde. Da sich eine solche unterschiedliche Zuordnung bewertungsrelevant über die Kenngrößen der Bewertungsverfahren auswirkt, musste eine Vereinheitlichung der Nomenklatur, die Zuweisung von Identifikationswerken sowie ein einheitliches systematisches System für die operative Taxaliste erarbeitet werden.

Die Überprüfung der Nomenklatur der 1.200 Taxanamen in der HTL (Mischke et al. 2006) erfolgte durch Überprüfung der Daten in vertrauenswürdigen Datenbanken (Farr et al. 1979, Farr & Zijlstra o. Jahr; Greuter et al. 1993, 1997; McNeill et al. 2000, Fourtanier & Kociolek 2001) und anhand der aktuellen Bestimmungsliteratur (Ettl 1983, John et al. 2002, Komárek & Anagnostidis 1999, 2005, Huber-Pestalozzi 1955, 1968, Komárek & Fott 1983, Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991a, b, 1997a, b, 2000, 2004, Lenzenweger 1997, Popovský & Pfister 1990, Starmach 1985). Nomenklatorische Fragen wurden nach dem Index Nominum Algarum (Silva 1997-) überprüft, im Einzelfall wurde auch Guiry et al. (2006) konsultiert. In Zweifelsfällen wurde eine Eigenrecherche angestellt wie in Geissler & Kies (2003) oder auf das AlgaTerra-Informationssystem (Jahn & Kusber 2006) verwiesen. In wenigen Fällen wurde auf die Angaben in der Bestimmungsliteratur zurückgegriffen. Die Standardisierung der nomenklatorischen Autoren wurde nach dem Brummitt & Powell (1992) -Standard

(für Autoren botanischer Taxa), der in der IPNI-Datenbank weitergeschrieben wird (International Plant Names Index 2004), geprüft (vgl. Kusber & Jahn 2002, 2007). Die beschriebene Überprüfung wird für einige strittige Taxa (s.w.u.) sowie für die neu gemeldeten Taxa fortgeführt.

Neben der Überprüfung der Taxanamen erfolgte eine Überprüfung des systematischen Konzepts der HTL und der DV-Liste durch Auswertung mehrerer aktueller systematischer Konzepte in der Literatur (Mischke et al. 2006). Diese Konzepte stehen nebeneinander und umfassen jeweils nur Teilgruppen des Phytoplanktons (Komárek & Anagnostidis 1999, 2005, John et al. 2002, Medlin & Kaczmarek 2004; Popovský & Pfiester 1990, Lange-Bertalot 1996). Ein einheitliches System zur Hierarchie und Systematik gibt es für alle Phytoplanktongruppen bis heute nicht. Deshalb wurde das bisherige systematische Konzept der DV-Liste (Mauch et al. 2003) für die HTL weitgehend aufgegriffen, seine Erweiterung um eigene Ränge für zusätzliche Ordnungen wie Nostocales etc. angeregt (Mischke et al. 2006; s. Tabelle 1).

Das systematische System in der DV-Liste ist sehr stark an der verfügbaren Bestimmungsliteratur orientiert. Dabei werden Gruppierungen auf Ebene von Ordnungen, Klassen und Algengruppen durchgeführt und ihnen ein gleicher Rang im System zugestanden (s. Tabelle 1).

Die HTL-Liste soll darüber hinaus zur Qualitätssicherung der biologischen Bewertungsverfahren beitragen, indem sie eine Mindestbestimmungstiefe für alle aufgeführten Gattungen und Arten empfiehlt. Da nicht alle gemeldeten Taxa mit der Utermöhl-Methode (Utermöhl 1958) tatsächlich sicher bestimmbar sind und einige nicht der Biokomponente Phytoplankton angehören (benthische Arten, Protozoen) wurden für eine erste Einschätzung 8 Klassen der "Bestimmbarkeit" definiert. Alle Taxa wurden diesen Klassen der Bestimmbarkeit zugeordnet, um die grundsätzliche Eignung eines Taxons als Indikator zu prüfen.

Basierend darauf wurde ein erster allgemeiner Vorschlag für ein Mindestbestimmbarkeitsniveau für jedes einzelne Taxon erarbeitet (Mischke et al. 2005, Nixdorf et al. 2005). Dieses allgemeine Mindestbestimmbarkeitsniveau sollte bei Einsatz der Utermöhl-Methode, routinemäßiger Anfertigung und Analyse von Diatomeenpräparaten, sowie gegebenenfalls mit Quetschpräparaten und bei optimaler Schulung und gutem Wissensstand des Bearbeiters erreichbar sein. In der Praxis wird dieses Niveau allerdings häufig nicht erreicht (s. Praxistests der Bundesländer). Außerdem ist für die Erreichung dieses Mindestbestimmbarkeitsniveaus ein erheblicher Zeitaufwand nötig, der insbesondere dadurch unangemessen erscheint, dass ein Großteil der Taxa nicht zur trophischen Indikation in kalkreichen natürlichen Seen dient, und damit keinen Bewertungseffekt hat.

Aus diesen Erfahrungen im Praxistest mit kalkreichen natürlichen Seen soll auf Basis der neuen, überarbeiteten Indikatorliste des Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI Mischke et al. 2008) eine stark vereinfachte, verfahrensspezifische Bestimmungstiefe abgeleitet werden. Das Ziel dieser Vorgabe ist es demnach, den Zeitaufwand und die Unsicherheit der Bestimmung für die Routine drastisch zu reduzieren und gleichzeitig die korrekte Bestimmung der bewertungsrelevanten Indikatortaxa zu gewährleisten.

Tabelle 1: Gegenüberstellung des Systems in der nationalen DV-Liste (Mauch et al. 2003–2007) mit den verwendeten Algenklassen und -ordnungen in der harmonisierten Taxaliste (HTL) des Phytoplanktons.

	Sys-Nr	System_DV-Liste	Algenklasse in HTL	Algenordnung in HTL
1. Rang im DV-System wie Stamm angelehnt an Klasse				
	790	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales
	800	Dinophyta	Dinophyceae	Dinococcales; Peridinales; Prorocentrales
	810	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales
	780	Haptophyta	Haptophyceae	Phaeocystales; Prymnesiales
2. Rang im DV-System wie Ordnungsniveau				
	833	Chlorococcales	Chlorophyceae	Chlorococcales
	832	Tetrasporales	Chlorophyceae	Tetrasporales
	831	Volvocales	Chlorophyceae	Volvocales
	836	Chaetophorales	Chlorophyceae	Chaetophorales
	851	Desmidiales	Conjugatophyceae	Desmidiales
	850	Zygnematales	Conjugatophyceae	Zygnematales
	611	Chroococcales	Cyanobacteria	Chroococcales
	612	Nostocales	Cyanobacteria	Nostocales
	613	Oscillatoriales	Cyanobacteria	Oscillatoriales
	751	Pennales	Bacillariophyceae	Pennales
	752	Centrales	Bacillariophyceae	Centrales
3. Rang im DV-System wie Klasse				
	720	Chrysophyceae	Chrysophyceae	Ochromonadales; Chromulinales; Stylococcales
	820	Prasinophyceae	Prasinophyceae	Polyblepharidales; Dunaliellales; Scourfieldiales; Tetraselmiales
	860	Ulvophyceae	Ulvophyceae	Ulotrichales
	730	Xanthophyceae	Xanthophyceae	Mischococcales; Rhizochloridales; Tribonematales
	840	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales
	11	Bicosoecidea	Bicosoecidea	Bicosoecida
	12	Choanoflagellata	Choanoflagellata	Choanoflagellida
	760	Raphidophyceae	Raphidophyceae	
4. Rang im HTL-System abweichend zu DV-System				
			Dictyochophyceae	Dictyochales
			Ebriophyceae	Ebriales
	10	Zooflagellaten	Heterotrophe Flagellaten	Heterotrophe Flagellaten



Abbildung 1: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Gesamtartenliste und der hier vorgeschlagenen, verfahrensspezifischen Bestimmungstiefe für das Phytoplankton von kalkreichen Seen.

Vorgehensweise zur Herleitung der Mindestbestimmungstiefe

Die Herleitung der verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe baut auf dem allgemeinen Mindestbestimmbarkeitsniveau auf, welches im Wesentlichen seit 2005 als Vorschlag vorliegt und um einige Taxa erweitert wurde (Mischke & Kusber 2006). Die verfahrensspezifische Bestimmungstiefe erfolgt durch eine Herabstufung des Niveaus für nicht indikative Taxa. Andererseits werden alle Indikatorarten des Bewertungsverfahrens für Seen gesondert hervorgehoben und ihre Bestimmung auf einem adäquaten taxonomischen Niveau verlangt. Die restlichen Taxa („nicht-indikative Taxa“), die den größten Anteil in der HTL ausmachen, dürfen auf einem geringeren Niveau als auf dem Artniveau bestimmt werden. Die Vorgehensweise für das Seenvorgehen ist analog zu der im Fließgewässerverfahren (Mischke & Behrendt 2007).

Der Vorschlag für die verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe für den PSI wurde nach folgenden Regeln hergeleitet:

- Die Mindestbestimmungstiefe ist für alle Indikator taxa in der Regel das Artniveau, sodass Sippen auf Artniveau eingestuft werden. Als Ausnahme sind auch 5 intra-spezifische Indikator taxa (Sippen-Niveau) aufgelistet, da sie eigene Trophiewerte besitzen.
- In Fällen, in denen eine Gattung einige Indikatorarten enthält und zusätzlich nicht das Gattungsniveau in der Indikatorliste (PTSI) ausgewiesen ist, wird das Gattungsniveau un-

ter Ausschluss (explizite Aufzählung) der Indikatorarten als Sammelgruppe formuliert. Diese Sammelgruppe gilt demnach für alle nicht-indikativen Taxa solcher Gattungen.

- c) Sofern in der Indikatorliste neben den Indikatorarten auch das Gattungsniveau mit gleichem Indikatorwert aufgeführt ist, wird als Mindestbestimmungstiefe das Gattungsniveau für alle zugehörigen Taxa gefordert.
- d) Bereits bestehende Sammeltaxa in der HTL-Liste, die im Feld „Taxonname“ aufgeführt sind, wie „Unbestimmte Pennales“, werden für die Mindestbestimmungstiefe im Namen um den Zusatz „o. Indikatortaxa dieser Gruppe“ erweitert. Bei bestehenden Sammeltaxa für ähnliche Arten bzw. Taxa wie „*Schroederia* / *Pseudoschroederia*“ wird entweder die eine oder andere Gattung gefordert, sofern eine davon ein Indikatortaxon ist. Ansonsten können solche Sammeltaxa beibehalten werden.
- e) Bereits bestehende Sammeltaxa im Feld „Mindestbestimmbarkeitsniveau (allgemein)“ in der HTL-Liste wie „*Sphaerocystis*-Formenkreis“ werden als Sammelgruppe für die verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe übernommen, da sie durch morphologisch ähnliche Merkmale schwer unterscheidbar sind und für alle zugehörigen Taxa bisher keine Indikatorfunktion nachgewiesen wurde.
- f) Heterotroph lebende Taxa werden gemeinsam in der Gruppe „Heterotrophe Flagellaten“ in der Mindestbestimmungstiefe vereint.
- g) Alle Taxa, die nur in marinen Gewässern oder in Küstengewässern vorkommen, werden gemeinsam in der Gruppe „Taxa in Küstengewässern“ in der Mindestbestimmungstiefe vereint, da sie in den bewertungsrelevanten Seen nicht vorkommen sollten.
- h) Aus unterschiedlichen Gründen (teils Synonyme, teils unklare Nomenklatur) wird für einige in der HTL aufgeführten Taxa empfohlen, diese nicht mehr zu verwenden, da sie wahrscheinlich in Zukunft aus der HTL gestrichen werden.

Alle verfahrensrelevanten Felder der HTL, wie Taxonname, Taxon-Identifikationsnummer, verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe für Seen, Ordnung, Klasse, Identifikationswerk, Autor und Jahr der Erstbeschreibung werden in Tabelle 8 aufgeführt und werden ab März 2008 in der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons im Internet als aktualisierte, elektronische Liste verfügbar sein (Mischke & Kusber 2008 in prep).

Detailfragen bei der Abstimmung der verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe mit den Indikatorlisten des PTSI im Phyto-See-Index

Bei der Angleichung zu den aktuellen PTSI-Listen – „Alpen & Voralpen“ (AVA), „geschichtete Tieflandseen“ (TLgesch) und „polymiktische Tieflandseen“ (TLpoly) – ergaben sich einzeln Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Einzeltaxa zu einer verfahrensspezifischen Bestimmungstiefe. Folgende Fragen traten auf:

- a) Was geschieht mit Arten und Taxa, die nicht im PTSI aufgeführt sind, deren gemeinsames Gattungstaxon aber ein PTSI-Taxon ist?
- b) Könnte man bei ähnlichen Trophieankerwerten im PTSI Arten gleicher Gattung auf ihrem Gattungsniveau vereinen?
- c) Wie könnte man die bisher ausgewiesenen Indikatortaxa der Gattung *Cryptomonas* einheitlicher für die drei PTSI-Listen fassen?

Zu a) In einigen Fällen wurde zwar das Gattungsniveau in der PTSI-Liste als Indikatortaxon ausgewiesen, gleichzeitig jedoch nicht alle, in der HTL aufgeführten Taxa dieser Gattung. Wenn der PTSI einen TAW für ein Taxon auf Gattungsniveau ausgibt, muss dieser TAW auch für alle der Gattung angehörenden Taxa zutreffen, da sie potentiell in diesem Taxon auf Gattungsniveau gemeldet sein könnten. Deshalb besteht für einige Gattungen Prüfungsbedarf, ob der TAW für alle darin enthaltenen Taxa gelten darf (Tabelle 2).

Tabelle 2: Liste von Taxa, für die bereits das Gattungsniveau im PTSI vorhanden ist, und für die eine Aufnahme in den PTSI mit gleichem TAW vorgeschlagen wird.

Gattung	Zusätzliche Arten für den PTSI?
<i>Crucigenia</i>	<i>Crucigenia fenestrata</i> für AVA; <i>Crucigenia</i> für AVA
<i>Anabaenopsis</i>	<i>Anabaenopsis cunningtonii</i> für TL
<i>Elakatothrix</i>	<i>Elakatothrix genevensis</i> für TL gesch
<i>Euglena</i>	<i>Euglena acus</i> , <i>Euglena gracilis</i> ; <i>Euglena hemichromata</i> , <i>Euglena piciformis</i>
<i>Tribonema</i>	<i>Tribonema elegans</i> für TL; <i>Tribonema monochloron</i> für TL

Zu b) In anderen Fällen wird im Sinne einer vereinfachten Datenerhebung vorgeschlagen, einige weitere Gattungen auf Gattungsniveau im PTSI zu gruppieren. Dies erscheint in solchen Fällen angezeigt, wenn ihre bereits durch Daten belegbaren Arten eine sehr ähnliche trophische Verbreitung besitzen. Es sollte deshalb für einige Gattungen geprüft werden, ob die vorhandenen TAW gattungsspezifisch zu vereinen sind, die wenigen, fehlenden Arten und Sippen hinzuzunehmen und zusätzlich das Sammeltaxon „Gattung“ hinzuzufügen sind (Tabelle 3). Allerdings erhöht die Bildung von Doppeltaxa oder Stufung auf Gattungsniveau in den meisten Fällen die Streuung. Außerdem muss der bisherige Stenökiefaktor ggf. daraufhin für alle umfassten Taxa runtergestuft werden. Die Übertragung der vorhandenen „Gattungs-TAW“ auf die Arten, für die noch kaum ökologische Präferenzen bekannt sind, sollte zudem vorbehaltlich neuerer Erkenntnisse erfolgen.

Zu c) Indikatortaxa der Gattung *Cryptomonas* sollten einheitlich in allen drei Indikatorlisten des PTSI in einheitliche Gruppierungen zusammengefasst werden.

Zurzeit sind alle Größenklassen-Taxa mit einer Angabe $> 30\mu\text{m}$ als Indikatortaxa in 2 Seengruppen mit dem gleichen Trophiewert belegt, während für die Seegruppe „TLgesch“ eine artspezifische Sammelgruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* gefordert wird. Dies führt zu Schwierigkeiten in der praktischen Erhebung und Zuordnung der *Cryptomonas*-Taxa, da je nach Seetyp andere Zähllisten geführt werden müssten. Da die bisherigen Trophieeinstufungen für alle *Cryptomonas*-Taxa sehr nahe beisammen liegen, ist es diskussionswürdig, ob die Artbestimmung in dieser Gruppe möglich und notwendig ist.

Tabelle 3: Liste von Gattungen, für die bereits einige Arten im PTSI als Indikatoren festgelegt wurden, und für die eine gemeinsame Gruppierung einschließlich aller anderen Taxa dieser Gattung (s. Spalte 2) mit gleichem TAW im PTSI geprüft werden sollte.

Gattung	Arten der Gattung, die noch keinen TAW haben	Begründung
<i>Ankyra</i>	keine weiteren Arten	PTSI-Arten schwer unterscheidbar und ähnlicher TAW beider Arten
<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa conferta</i> , <i>nubilum</i>	Arten schwer unterscheidbar
<i>Limnothrix</i>	<i>Limnothrix lauterbornii</i> , <i>meffertae</i> <i>Limnothrix obliqueacuminata</i>	Arten schwer unterscheidbar
<i>Planktolyngbya</i>	Taxon auf Gattungsniveau	Arten schwer unterscheidbar
<i>Pseudanabaena</i>	<i>P. acicularis</i> , <i>galeata</i> , <i>mucicola</i>	Arten schwer unterscheidbar von Indikatortaxa
<i>Synura</i>	Taxon auf Gattungsniveau	Arten schwer unterscheidbar
<i>Quadrigula</i>	<i>Quadrigula closterioides</i> , <i>Quadrigula lacustris</i>	Quadrigula auch für AVA prüfen und Arten schwer unterscheidbar von PTSI-Art Q. pfitzeri
<i>Woronichinia</i>	keine weiteren Arten	Arten schwer unterscheidbar und ähnlicher TAW aller Arten

Ein Argument für eine Zusammenführung der *Cryptomonas*-Taxa in Gruppen ist die schwierige Bestimmbarkeit einzelner Arten (Anton & Duthie 1981, Javornický, 2003, Hoef-Emden & Melkonian 2003). Die Gattung *Cryptomonas* Ehrenberg 1832, repräsentiert durch *C. curvata* Ehrenberg 1832, als dessen Synonym *C. rostratiformis* Skuja 1956 angesehen wird (Hoef-Emden & Melkonian 2003), wurde in den vergangenen Jahren morphologisch und molekular-genetisch untersucht. Diese Ergebnisse liegen bisher nicht in einer für die Bestimmungspraxis geeigneten Form vor, weshalb eine Gruppenbildung der kleineren Taxa (in Abgrenzung von *C. curvata* u. *C. rostratiformis*) sinnvoll ist.

Auf die in Anton & Duthie (1981) angegebenen Zelldimensionen der Artgruppe *Cryptomonas erosa/ ovata/ phaseolus* geht die Idee für eine Gruppierung in > 25–35 µm zurück, obwohl vereinzelt kleinere oder größere Individuen auftreten können. Leicht über die Zelllänge abzugrenzen, sind die Arten *C. rostratiformis* und *curvata* (> 35µm). Behält man zudem das sehr dominante Vorkommen der Gruppe *Cryptomonas erosa/ ovata/ phaseolus* sowie von *C. rostratiformis* in größeren Seen (> 50 ha) im Blick, spielen die weiteren *Cryptomonas*-Arten wahrscheinlich eine sehr untergeordnete Rolle.

Bisher haben die *Cryptomonas*-Taxa mit einer Zelllänge < 25µm keine Trophiepräferenz gezeigt, und auch die größeren Arten sind im Trophiespektrum weit verbreitet und nicht sehr spezifisch verteilt.

Unabhängig von diesen Gruppierungsvorschlägen ist auch die Streichung einiger Taxa in der PTSI Liste zu prüfen: Benthische Arten wie *Gyrosigma attenuatum* oder *Nitzschia sigmoidea* gelangen vereinzelt in das Plankton, sind aber nicht dem Phytoplankton zuzuordnen. Weiterhin ist die trophische Indikation mit *Staurastrum paradoxum* aufgrund des Risikos der Fehlin-

interpretation der Befunde hoch, wie im nächsten Kapitel ausgeführt wird. *Stelixomonas dichotoma* muss als heterotrophe Art gestrichen werden.

In den drei Indikatorlisten für die Seengruppen „Alpen & Voralpen“ (AVA), „geschichtete Tieflandseen“ (TLgesch) und „polymiktische Tieflandseen“ (TLpoly) zeigen einige Indikator-taxa zum Teil extrem weit auseinander liegende Trophieoptima in der Datenbasis (z.B. *Cyclo-tella meneghiniana*). Eine solche unterschiedliche Zuweisung von Trophieoptima wurde bereits auch durch andere Autoren für einzelne Taxa vorgenommen und ist ausführlich in einer Literaturstudie (Knopf et al. 2000) sowie in einer ökologischen Zitedatenbank tabellarisch zusammengestellt (Schaumburg et al. 2005).

Für die weit auseinander liegenden Trophieoptima sind zwei Hauptursachen denkbar: 1. Befund ist ein taxonomisches Artefakt, d.h. es sind möglicherweise unterschiedliche Arten unter gleichem Namen geführt. 2. Das Taxon besitzt tatsächlich in unterschiedlichen Gewässertypen andere Trophiepräferenzen. Letztere Möglichkeit würde für eine relativ starke Beeinflussung des Taxons durch andere Steuerfaktoren wie Mixis, Temperatur u.ä. neben der Einflussgröße Trophie sprechen und die Eignung als Trophieindikator sehr einschränken. Diese Fälle müssen im laufenden Projekt nochmals eingehend geprüft werden.

Der Vorschlag für die verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe ist im Detail in Tabelle 8 ausgewiesen und wird hiermit zur Diskussion gestellt. Im Jahr 2008 sind sowohl in einem Projekt, das sich nochmals mit Verfahrensanpassungen für die natürlichen Seentypen beschäftigt als auch in einem weiteren, in welchem ein Bewertungsansatz für künstliche und stark veränderte Seen erarbeitet werden soll, noch Erweiterungen der HTL und Veränderungen in den PTSI-Listen zu erwarten.

Die fortgeführte Überprüfung der nomenklatorischen und systematischen Gültigkeit von Taxa

Bei der Überarbeitung wird die Überprüfung der nomenklatorischen und systematischen Gültigkeit einiger Taxa der HTL fortgesetzt. Im Folgenden wird anhand ausgewählter Taxa, die in der wissenschaftlichen Diskussion sind, dargestellt, welche Abweichungen es zwischen Forschungsergebnissen und der limnologischen Praxis gibt. Viele Forschungsergebnisse können nicht zeitnah für die Praxis umgesetzt werden, unter anderem, weil die Stabilität der Praxislisten zu gewährleisten ist. Die dargestellten Entwicklungen werden für die nächsten Jahre relevant werden und im Hinblick auf ihre Praxisrelevanz kritisch geprüft werden müssen.

Chrysophyceae: Bei der Erarbeitung der Harmonisierten Taxaliste stand als allgemein zugängliches Standardwerk für die Gattungen *Mallomonas* und *Synura* nur Starmach (1985) zur Verfügung. Mittelfristig wird Kristiansen & Gärtner (2007) den neuen Standard bilden und bei den nächsten Überarbeitungen berücksichtigt werden.

Bacillariophyceae, Pennales: Die Gattung *Fragilaria* im Sinne von Krammer & Lange-Bertalot (1991a) wird in der Spezialliteratur zurzeit in mehrere Gattungen aufgeteilt. Die Gattung *Staurosira* Ehrenberg 1843 wird im Anhang von Krammer & Lange-Bertalot (2000) für folgende Arten der HTL akzeptiert: *Staurosira construens* Ehrenberg 1843 (Synonym: *Fragilaria consturens* (Ehrenberg) Grunow 1862 sowie *Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve & Möller 1881 (Synonym: *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Hustedt 1957).

Die Notwendigkeit der Abtrennung der Gattung *Ulnaria* Compère (2001) von *Fragilaria* (Formenkreis um *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot 1981) wird aufgrund fehlender trennender morphologischer Merkmale zurzeit von Lange-Bertalot (pers. Mitt.) nicht gesehen. In Krammer & Lange-Bertalot (2000) wird *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-Bertalot (Synonym: *Fragilaria ulna* var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot 1981 als eigene Art von *Fragilaria ulna* abgetrennt, dieser Schritt ist in der HTL nicht nachvollzogen worden.

Für *Achnanthes* im Sinne von Krammer & Lange-Bertalot (1991) kann auch der ergänzte Nachdruck Krammer & Lange-Bertalot (2004) verwendet werden. Im Anhang der Neuauflage finden sich Bemerkungen zu einer Taxonomischen Neuordnung der Gattung, die nicht komplett sind, da sich einige Taxa noch in der taxonomischen Diskussion befinden. Aus diesen Gründen wurde in der HTL nicht dem neuen Gattungskonzept gefolgt.

Da das Gattungskonzept bzw. die taxonomische Einstufung der Arten und der intraspezifischen Taxa im Rahmen der Erstellung der Roten Liste und Florenliste der Diatomeen 2008 gegenüber der letzten Bearbeitung (Lange-Bertalot 1996) überarbeitet wird (Hofmann, Weirum & Lange-Bertalot, pers. Mitt.) wird empfohlen die Publikation dieser Liste abzuwarten um zu prüfen, inwieweit die Taxalisten für die limnologische Praxis angepasst werden sollten.

Chlorophyceae, Ulotrichales: Innerhalb der Gattung *Elakatothrix* Wille 1898, die durch *E. gelatinosa* Wille 1898 definiert ist (Typus des Namens der Gattung), wurde eine ähnliche *E. gelatinosa* f. *biplex* Nygaard 1945 beschrieben. Sie wurde aufgrund von Kulturexperimenten an Lebendmaterial von Hindák (1962) als eigenständige Art gewertet, nämlich als *E. biplex* (Nygaard) Hindák 1962, worin ihm die meisten späteren Bearbeiter folgten. Der Name *E. biplex* (Nygaard) Hindák 1962 ist demnach eigenständig definiert, nicht synonym zu *E. gelatinosa* Wille 1898 und fehlt zurzeit noch in der HTL.

Problematischer ist der Name *Elakatothrix lacustris*, der verwirrender Weise dreimal vergeben wurde. Das Taxon ist erstmals 1919 aus Schweiz von Reverdin als Art einer anderen Gattung beschrieben worden. Wahrscheinlich wurde dieselbe Art später aus Österreich als *Elakatothrix lacustris* Beck 1931 und mit Sicherheit aus der Ukraine als *Elakatothrix lacustris* Korshikov 1953 illegitim beschrieben. Der korrekte Name hierfür ist *Elakatothrix genevensis* (Reverdin) Hindák 1962. *Elakatothrix lacustris* (Chodat) Korshikov 1939 dagegen ist zu streichen, da der Name illegitim ist und sich auf ein komplett anderes Taxon bezieht, das von Komárek & Fott (1983: 650, 654) als „*Quadrigula lacustris* (Chodat) G.M.Smith“ provisorisch zur Gattung *Pseudoquadrigula* E.N. Lacoste 1973 gestellt wurde.

Chlorophyceae, Volvocales: *Phacotus lendneri* Chodat 1902 wird nach Ettl (1983) in den Listen getrennt gehalten, wird aber inzwischen als Synonym von *Phacotus lenticularis* (Ehrenberg) F. Stein 1878 angesehen (vgl. John et al. 2002: 322).

Chlorophyceae, Chlorococcales: Die Gattung *Scenedesmus* Meyen 1829 wird in den Planktonlisten relativ konservativ gehandhabt. Erst nach Publikation von Komárek & Fott (1983) wurde eine Zusammenstellung aller *Scenedesmus*-Taxa zugänglich (Hegewald & Silva 1988), auf deren Basis eine taxonomische Neubewertung möglich wurde. Aufgrund morphologischer und molekularer Befunde wurde die Gattung geteilt, indem die bestachelten Taxa in die Gattung *Desmodesmus* (Chodat) An et al. 1999 eingegliedert wurden (An et al. 1999, Hegewald 2000). Da noch nicht alle taxonomischen Probleme in *Scenedesmus* sensu lato gelöst sind, erscheint es im Augenblick für die Praxis sinnvoll, die alten Namen beizubehalten.

Bei dem größten Teil der Namensänderungen handelt es sich nur um eine Überführung von *Scenedesmus*-Taxa in die Gattung *Desmodesmus* (die auch über das AlgaTerra Informationssystem abrufbar sind, Jahn & Kusber 2006):

Desmodesmus armatus (Chodat) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus armatus* Chodat 1902), *Desmodesmus armatus* var. *longispina* (Chodat) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus longispina* Chodat 1913), *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus brasiliensis* Bohlin 1897), *Desmodesmus costato-granulatus* (Skuja) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus costato-granulatus* Skuja 1948), *Desmodesmus denticulatus* (Lagerheim) An et al. 1999 (Basionym: *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim 1882), *Desmodesmus dispar* (Brébisson) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus dispar* Brébisson 1856), *Desmodesmus grahneisii* (Heynig) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Didymocystis grahneisii* Heynig 1962), *Desmodesmus intermedius* (Chodat) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus intermedius* Chodat 1926), *Desmodesmus lefevrei* (Deflandre) An et al. 1999 (Basionym: *Scenedesmus lefevrei* Deflandre 1924), *Desmodesmus opoliensis* (P.G.Richter) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus opoliensis* P.G.Richter 1895), *Desmodesmus serratus* (Corda) An et al. 1999 (Basionym: *Scenedesmus serratus* Corda 1839), *Desmodesmus spinosus* (Chodat) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus spinosus* Chodat 1913), *Desmodesmus subspicatus* (Chodat) E.Hegewald 2000 (Basionym: *Scenedesmus subspicatus* Chodat 1926).

Folgende Neubewertungen durch Hegewald (2000) haben neben der Übertragung von *Scenedesmus*-Taxa in die Gattung *Desmodesmus* auch gegenüber Komárek & Fott (1983) veränderte Synonymien ergeben. *Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko 1925 wurde von Hegewald als Varietät aufgefasst, nämlich als *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus* (Guglielmetti) E.Hegewald 2000; *Scenedesmus semipulcher* Hortobagyi 1960 wurde als Synonym dazu angegeben. *Scenedesmus quadricauda* Turpin im Sinne der Konservierung des Typus (McNeill et al. 2006) wird von Hegewald (2000) unter *Desmodesmus communis* (E.Hegewald) E.Hegewald 2000 geführt. *Scenedesmus sempervirens* Chodat 1913 ist nach Hegewald (2000) ein Synonym von *Desmodesmus abundans* (Kirchner) E.Hegewald 2000.

Scenedesmus smithii Teiling 1942, das aufgrund guter Dokumentation in Komárek & Fott (1983) sicher bestimmbar ist, wurde in die Synonymie von *Desmodesmus denticulatus* (Lagerheim) An et al. 1999 (Basionym: *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim 1882) verwiesen.

Scenedesmus tenuispina Chodat 1926 wird von Hegewald (2000) als Synonym von *Desmodesmus flavescens* (Chodat) E.Hegewald 2000 gelistet.

Für die zu *Desmodesmus* gehörenden Taxa *Scenedesmus aculeolatus* Reinsch 1877, *Scenedesmus gutwinskii* Chodat 1913 und *Scenedesmus magnus* Meyen 1829 bieten Hegewald & Silva (1988) und Hegewald (2000) keine abschließende Bewertung. Das liegt größtenteils an unvollständigen Beschreibungen und Dokumentationen älterer Taxa, die eine Vergleichbarkeit mit modernen Befunden erschweren.

Conjugatophyceae, Desmidiaceae: *Staurostrum paradoxum* Ralfs 1848 ist eines der am häufigsten fehlerhaft interpretierten Taxa. *Staurostrum paradoxum* wurde zunächst von Meyen aus der Havel bei Potsdam beschrieben und wenige Jahre später von Ehrenberg anhand von Berliner Material falsch interpretiert. Ralfs (1848) validierte den Namen in einer abweichenden Auffassung in Bezug auf Morphologie und Ökologie (vgl. McNeill et al. 2006: 14), basierend auf englischem Material. Erst Coesel (1996) hat das Taxon für Identifikationszwecke wieder zugänglich gemacht. Alle Altdaten können sich auf mehrere planktonische Arten

beziehen und nur gut dokumentierte Funde sind hier zuzuordnen. Für ökologische Auswertungen ist *Staurastrum paradoxum* nicht verwendbar, in der aktuellsten deutschsprachigen Bearbeitung wird die Art nicht genannt (Lenzenweger 1997).

Staurastrum gracile var. *nanum* Wille 1880 unterscheidet sich von *Staurastrum gracile* Ralfs 1848 im Wesentlichen durch kleinere Dimensionen und in der Form durch Vierarmigkeit. Bisher liegen keine gut dokumentierten Funde für Deutschland vor, daher sind zurzeit noch keine Auswertungen auf dem Varietätsniveau sinnvoll.

Ausblick: Erweiterung der HTL um neue Taxa

Allein im Praxistest der Bundesländer für das Seenverfahren wurden mehr als 90 neue Taxa gemeldet. Weitere 160–180 Taxa kommen aus der Sammlung der Befunde aus Talsperren, neutralen Tagebauseen und weiteren Baggerseen hinzu (Hoehn et al. 2008 in prep.), ebenso wurden 10 weitere Phytoplanktontaxa nur im Praxistest der Fließgewässer gemeldet (Mischke 2006). Im Jahr 2008 wird eine Überprüfung der neu gemeldeten Taxanamen erfolgen und jedem validen Taxon alle Attribute der HTL wie Klasse, Ordnung, DV-Nr., Identifikationswerk usw. zugeordnet werden. Bevor diese Arten neu in die HTL aufgenommen werden, wird geprüft, ob sie eine Mindesthäufigkeit von 3 Befunden und zumindest in einer Probe einen Gesamtbiovolumenanteil von 1% erreichen. Dieses Kriterium wurde definiert, um die HTL auf die häufiger vorkommenden Taxa in Deutschland zu beschränken und die Indikatorlisten nicht ständig anpassen zu müssen (z.B. bei Gattungsniveau).

Diskussion

Nach dem vorliegenden Vorschlag einer verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe, welche sich an der genutzten Indikation des PTSI für natürliche kalkreiche Seen orientiert, besteht für viele Arten der harmonisierten Taxaliste ein stark vereinfachter Bestimmungsanspruch ausschließlich zu Zwecken des Bewertungsverfahrens für Seen (Mischke et al. 2008). Der vereinfachte Bestimmungsanspruch soll besonders in solchen Fällen als Entscheidungshilfe dienen, wenn Taxa nur mit einem oder wenigen Objekten in der Probe vertreten sind und die Artbestimmung durch fehlende Merkmalsausprägungen nur an aufkonzentrierten Proben und weiteren Objekten möglich ist. In diesen Fällen kann man sich auf das Gattungsniveau oder auf das einer Sammelgruppe zurückziehen, sofern die Zugehörigkeit zu den erforderlichen Indikatorarten ausgeschlossen werden kann. Grundsätzlich soll das best mögliche Bestimmungsniveau erreicht werden, welches als allgemeines Mindestbestimmbarkheitsniveau in der HTL aufgelistet ist (s.a. Abbildung 1).

Besonders im Hinblick auf Taxa, deren Potenzial als Indikator bisher aufgrund zu geringer Nachweiszahlen oder zu geringen Artkenntnissen unerkannt geblieben ist, birgt eine solche Vorgehensweise die Gefahr, dass diese Arten auch in Zukunft nicht mehr zur Bewertung herangezogen werden können, allein in Folge der verminderten Tiefe des verlangten Bestimmungsniveaus.

Weiterhin wird die weitere Nutzung der auf diese Weise produzierten Artenlisten für andere Zwecke, wie für die FFH-Gebiete nicht mehr möglich sein, da zu wenige Taxa auf Artniveau bestimmt werden. Allerdings war dies bereits bei dem bisherigen allgemeinen Mindestbestimmbarkheitsniveau der HTL der Fall: Das Utermöhl-Verfahren, welches auf die quantitativ relevanten Taxa abzielt, wird und kann den Phytoplanktonarten der Rote Liste nicht gerecht

werden. Zum Beispiel werden viele seltene Desmidiaceen und Bacillariophyceen der Roten Liste in solchen Erhebungen großer Seen fehlen, da diese sich besser durch qualitative Netzzüge nachweisen lassen und zum Teil vorzugsweise in der Litoralzone leben.

Auf der anderen Seite ist der Gewinn für die Qualitätssicherung durch die Ausweisung einer verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe für die Phytoplanktonuntersuchung groß: Mit dem Phyto-See-Index (Mischke et al. 2008, dieses Heft) sind 166 Arten und die 26 Gattungen ausgewiesen, die als Indikatortaxa fungieren. Dies ist eine überschaubare Anzahl an Taxa, für die gezielt Schulungen angeboten und mit Fotos erweiterte, dokumentierende Steckbriefe zur Bestimmung erarbeitet (s. Oschwald 2006) werden können. Die ausgewiesenen Indikatortaxa sind auf einer breiten (> 350 Seen) und langjährigen Datenbasis erarbeitet worden (s. Nixdorf et al. 2005, Mischke et al. 2008), wozu über 40 verschiedene biologische Bearbeiter ihre Bestimmungskennntnisse eingebracht haben, so dass die zukünftige Entdeckung weiterer Indikatortaxa für den PTSI in größerem Umfang unwahrscheinlich ist.

Anders verhält es sich für weitere Gewässertypen wie einige kalkarme Gewässer in den Mittelgebirgen, für die ein anderes Artenspektrum erwartet wird. Es ist schon jetzt bekannt, dass einige zusätzliche Arten in künstlichen Seen und Talsperren verbreitet sind. Weiterhin sind unter anderem durch besondere hydrologische Begebenheiten leicht verschobene Trophieoptima der vorhandenen Taxa in der PTSI-Liste zu erwarten. Für diese Gewässer müssen eine eigene Mindestbestimmungstiefe und eigene PTSI-Listen formuliert werden.

Das Seenbewertungsverfahren setzt neben den über 200 Indikatortaxa zusätzlich die Kenntnisse über weitere ca. 280 Gattungen und Sammelgruppen voraus, die bereits in dieser zu Gruppen kondensierten Form einen erheblichen Schulungsaufwand erfordern. Insofern ist eine Fokussierung des Seenbewertungsverfahrens auf die sicher bestimmbaren Indikatortaxa ein Beitrag, welcher die Akzeptanz bei den Anwendern erhöht, ohne einen wesentlichen Verlust für die biologische Indikation durch das Phytoplankton zu riskieren.

Neben diesen hier aufgeführten, zu prüfenden Taxa werden erwartungsgemäß noch zahlreiche Hinweise von den Anwendern der Verfahren zur Bewertung von Seen, Fließgewässern und künstlichen Seen (Hoehn et al. 2008 in prep.) erwartet.

Literatur

- An, S. S., Friedl, T. & Hegewald, E. (1999): Phylogenetic relationships of *Scenedesmus* and *Scenedesmus*-like coccoid green algae as inferred from ITS-2 rDNA sequence comparisons. *Plant Biol.* 1, 418-429.
- Anagnostidis, K. (2001): Nomenclatural changes in cyanoprokaryotic order Oscillatoriales. – *Preslia* 73: 359-375. [Anm.: Alle Neukombinationen auffindbar über: www.algaterra.org].
- Anton, A. & Duthie, H. C. (1981): Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. *Can. J. Bot.*, 59, 992-1002.
- Brummitt, R. K. & Powell, C. E. (1992): Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations. Royal Botanic Gardens, Kew, 731 pp.
- Coesel, P. F. M. (1996): Taxonomic notes on Dutch demids III. – *Cryptogamie Algologie* 17, 19-34.
- Compère, P. (2001): *Ulnaria* (Kützing) Compère, a new genus name for *Fragilaria* subgen. *Alterasynedra* Lange-Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg. – Pp. 97-101, In: Jahn, R., Kociolek, J. P., Witkowski, A. & Compère, P. (ed.) Lange-Bertalot-Festschrift. Gantner, Ruggell.

- Ettl, H. (1983): Chlorophyta 1. Phytomonadina. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (ed.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 9. Stuttgart & New York.
- Farr, E. R., Leussink, J. A. & Stafleu, F. A. (1979): Index Nominum Genericorum (Plantarum). – Regnum Vegetabile. 100-102, 1-1896.
- Farr, E. R. & Zijlstra, G. (o.J., eds): Index Nominum Genericorum (Plantarum). – [7.2.2006] Available from: <http://ravenel.si.edu/botany/ing/ingForm.cfm>.
- Fott, B. (1971): Algenkunde. 2. Auflage. – G. Fischer Verlag, Jena.
- Fourtanier, E. & Kociolek, P. (2001): Diatom Genus Project. [7.2.2006] Available from <http://www.calacademy.org/research/diatoms/genproject/index.html>.
- Geissler, U. & Kies, L. (unter Mitarbeit von U. Gaul, W.-H. Kusber, T. Leya, T. Preugschat & M. Wenzel) (2003): Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands: Berlin und Hamburg. – Nova Hedwigia Beih. 126, 1-777.
- Greuter, W. et al. (1993): NCU-3: Names in Current Use for Extant Plant Genera. – Regnum Vegetabile. 129, 1-1464.
- Greuter, W., McNeill, J., Barrie, F. R., Burdet, H. M., Demoulin, V., Filgueiras, T. S., Nicolson, D. H., Silva, P. C., Skog, J. E., Treharne, P., Turland, N. J. & Hawksworth, D. L. (2000): International code of botanical nomenclature (Saint Louis Code). Regnum Vegetabile 138, 1-474.
- Greuter, W., Zimmer, B. & Berendsohn, W. G. (1997): NCU-3: Names in Current Use. Electronic Version. – [9.2.2006] Available from: <http://www.bgbm.org/iapt/ncu/genera/NCUGQuery.htm>.
- Guiry, M.D., Rindi, F. & Guiry, G. M. (2006): AlgaeBase version 4.0. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [7.2.2006] Available from: <http://www.algaebase.org>.
- Hegewald, E. (2000): New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). – Algol. Stud. 96, 1-18.
- Hegewald, E. & Silva, P. C. (1988): Annotated Catalogue of *Scenedesmus* and nomenclaturally related genera including original descriptions and figures. Biblioth. Phycol. 80, 1-587.
- Hindák, F. (1962): Systematische Revision der Gattung *Fusola* Snow und *Elakatothrix* Wille. – Preslia 34, 277-292.
- Hoef-Emden, K. & Melkonian, M. (2003): Revision of the genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae): a combination of molecular phylogeny and morphology provides insights into a long-hidden dimorphism – Protist 154, 371-409.
- Hoehn, E., Riedmüller, U., Leßmann, D. & Nixdorf, B. (vorauss. 2008): Ökologische Bewertung von künstlichen Seen (Baggerseen und pH-neutrale Tagebauseen) sowie erheblich veränderten Gewässern (Talsperren) anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie – Anpassung des bundesweit für natürliche Seen entwickelten Verfahrens. In Bearbeitung.
- Huber-Pestalozzi, G. (1955): Euglenophyceen. – In: Huber-Pestalozzi, G. (ed.): Das Phytoplankton des Süßwassers 4. – Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1968): Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. – In: Huber-Pestalozzi, G. (ed.): Das Phytoplankton des Süßwassers 3 (2. Auflage). – Stuttgart.
- International Plant Names Index (2004): [7.2.2006] Available from: <http://www.ipni.org>.
- Jahn, R. & W.-H. Kusber (eds) (2006): AlgaTerra Information System [online]. Botanic Garden and Botanical Museum, Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin. [7.2.2006]. Available from <http://www.algaterra.org>.
- John, D.M., Whitton, A. & Brook, H. J. (eds) (2002): The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Javornický, P. (2003): *Cryptomonas ovata* EHRENBERG (Cryptophyceae) and some related species. Algological Studies 110, 43-65.

- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1988): Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. – *Algol. Stud.* 56, 247-345.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1999): Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. – In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig, & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19,1. G. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005): Cyanoprokaryota 2. Teil Oscillatoriales. – In: Büdel, B., G. Gärtner, L. Krienitz, & M. Schagerl (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19,2. Elsevier, München.
- Komárek, J. & Fott, B. (1983): Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. – *Das Phytoplankton des Süßwassers* 7 (1). Stuttgart, 1-1044.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (1). G. Fischer, Stuttgart & New York.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988): Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (2). G. Fischer, Stuttgart & New York.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a): Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (3). G. Fischer, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. – In: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (4). G. Fischer, Stuttgart & Jena.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1997a): Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (1), 2. ed. – G. Fischer, Jena et al.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1997b): Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (2), 2. ed. – G. Fischer, Jena et al.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2000): Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (3). Spektrum, Heidelberg & Berlin.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2004): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. – In: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2 (4), 2. ed. Spektrum, Heidelberg & Berlin.
- Kristiansen, J. & Gärtner, H. (2007): Chrysophyte and Haptophyte Algae: Synurophyceae. – In: Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz L., Preisig, H. R. & Schagerl, M. (ed.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 1 (2), 251 pp.
- Kusber, W.-H. & Jahn, R. (2002): Standards für die Artidentifikation in der Limnologischen Forschung. – In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (ed.): Jahrestagung 2001 (Kiel). Tutzing, 858-863.
- Kusber, W.-H. & Jahn, R. (2006): BGBM-Phytoplankton-List (Version 1.0) [online]. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin [cited 2007-09-30]. Available from <http://www.algaterra.org/bgbm-phytoplankton-list.htm>.
- Kusber, W.-H. & Jahn, R. (2007): Harmonisierung von Taxa-Listen für die Umsetzung der EU-WRRL aus Sicht von Taxonomie und Daten-Management. – In: Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2006 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL), Dresden, 25.-29. September 2006. Werder, 553-557.
- Lange-Bertalot, H. (1996): Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. – *Schriftenreihe Vegetationsk.* 28, 633-677.
- Lenzenweger, R. (1997): Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 2. – *Bibliotheca Phycologica* 102, 1-216.

- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 01/03, 1-367. Aktualisierte Internet-Liste mit Stand März 2007 auf: www.wasser.lfu.bayern.de/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/taxa/.
- McNeill, J., Barrie, F. R., Burdet, H. M., Demoulin, V., Hawksworth, D. L., Marhold, K., Nicolson, D. H., Prado, J., Silva, P. C., Skog, J. E., Wiersema, J. H. & Turland, N. J. (2006): International code of botanical nomenclature (Vienna Code) adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July (2005). – *Regnum Vegetabile* 146, 1-568.
- Medlin, L. & Kaczmarek, I. (2004): Evolution of the Diatoms: V. Morphological and Cytological Support for the Major Clades and a Taxonomic Revision., *Phycologia*, 43(3), 245-270.
- Mischke, U. & Behrendt, H. (2007): Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. ISBN 978-3-89998-105-6, Weißensee Verlag, Berlin, 88 S.
- Mischke, U., Behrendt, H. & Köhler, J. (2004): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Phytoplankton in Fließgewässern. Mit Anhang: Taxaliste Phytoplankton. 1. Jahresbericht zum LAWA-Projekt O6.03 30-1-2004. IGB, Berlin-Friedrichshagen, 67 S.
- Mischke, U., Behrendt, H., Köhler, J. & Opitz, D. (2005): Überarbeiteter Endbericht zum LAWA-Vorhaben: Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Unveröffentlichter Bericht IGB 20-5-2005. Berlin-Friedrichshagen, 99 S.
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2006): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel-Datei-Liste mit ausführlichen Anmerkungen. Stand September 2006. Download: <http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke>.
- Mischke, U., Kusber, W.-H. & Jahn, R. (2006): Bericht zum Werkvertrag Überarbeitung der Taxaliste der Gewässerorganismen in Deutschland – Phytoplankton – Im Auftrag Landesamt für Umwelt Bayern 8.5 – Qualität der Fließgewässer. Im Zusammenhang eines Auftrages durch die LAWA Unveröffentlichter Bericht, IGB 10-07-2006, Berlin, 34 S.
- Mischke, U., B. Nixdorf, E. Hoehn, & Riedmüller, U. (2004): Routineauswertungen des Phytoplanktons: Möglichkeiten und Grenzen seiner Nutzung für die Bewertung nach der EU-WRRL. In: Tagungsberichte der Jahrestagungen der DGL, Jahrestagung 2003 in Köln, 80-84.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 7-115.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. & Bahnwart, M. (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 147-184.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2005): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bericht 18.08.2005 Bad Saarow, Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 187 S. und Anhänge mit Entwurf Probenahmeverfahren.
- Oschwald, L. (2006): Arbeitshilfe und Dokumentation für die Bestimmung von Indikatorarten der Diatomeen in bayerischen Seen. In: Mischke, U. (30-11-2006): Studie zu Phytoplanktonanalysen von bayerischen Seen zur Weiterentwicklung des für die EU-WRRL vorgeschlagenen Bewertungssystems. Im Auftrag des bayerischen Landesamtes für Umwelt Referat 13 Oberirdische Gewässer. IGB Berlin, Friedrichshagen. LBH Freiburg, 12.
- Popovský, J. & Pfister, L.A. (1990): Dinophyceae (Dinoflagellida). – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 6. G. Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Ralfs, J. (1848): The British Desmidiaceae. London, 1-226.

- Schaumburg, J., Colling, M., Schlösser, I., Köpf, B. & Fischer, F. (2005): Ökologische Typisierung von Phytoplankton. – Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft Heft 3/05, 64 S. + MS-ACCESS DB, München. http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/qual_seen/plankt.htm.
- Schnepf, E., Niemann, A. & Wilhelm, C. (1996): *Pseudostaurastrum limneticum*, a new genus of the Eustigmatophyceae. – Phycologia 28, 61-69.
- Silva, P. C. (1997-): Index Nominum Algarum [online]. – University Herbarium, University of California, Berkeley [7.2.2006]. Available from: <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>.
- Starmach, K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae. – In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa. 1. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol 9, 1-38.

Tabelle 4: Erläuterungen zur harmonisierten Taxaliste.

Spalte		Typ	Erläuterung
Taxon-ID		bewertungsrelevant	Kennnummer zur Taxonkodierung des Phytoplanktons – Basis zur automatisierten Berechnung des Phyto-Index
DV-Nr.			Kennnummer nach: Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands, Informationsberichte Heft 1/03, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2003) und seine im März 2007 aktualisierte Fassung
Taxonname		bewertungsrelevant	Taxonname gemäß Autor und Jahr der Erstbeschreibung (Phytoplankton inkl. Cyanoprokaryota, heterotropher Flagellaten und verdrifteter Benthosarten)
Ordnung (z. T. Abk.)		Info	Algenordnung (teilweise abgekürzt), s. auch Tabelle 6
Klasse (Abk.)		Info	Abkürzung Algenklasse, s. auch Tabelle 5
HF		bewertungsrelevant	Heterotrophie d. Flagellaten. Kennzeichnung „ja“ für nur obligat photoheterotrophe Organismen ohne Chlorophyll; werden aus Berechnungen Gesamtbiovolumen etc. herausgenommen.
ID-Werk: Seite		Info	Zu empfehlendes Bestimmungswerk mit Seitenangabe und Hinweis auf abweichenden Namen von Erstbeschreibung
Seen PTSI		bewertungsrelevant	Indikatortaxa für die Bewertung natürlicher Seen
Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung		Info	Dieses Taxonniveau ist ausreichend für das Auswertungsprogramm PhytoSEE – bei gruppierten Taxa sollte eine umfasste Taxon-ID ausgewählt werden
Erstbeschreibung	Autor		Autoren der Erstbeschreibung des Taxons
	Jahr		Jahr der Erstbeschreibung des Taxons

Tabelle 5: Abkürzungen der Algenklassen oder Algengruppen.

Abk. Klasse	„Algenklasse“	Abk. Klasse	„Algenklasse“
Bacill	Bacillariophyceae	Ebrio	Ebriophyceae
Bico	Bicosoecidea	Eugl	Euglenophyceae
Chloro	Chlorophyceae	Hapto	Haptophyceae
Choan	Choanoflagellata	HF	Heterotrophe Flagellaten
Chrys	Chrysophyceae	Kleb	Klebsormidiophyceae
Conju	Conjugatophyceae	Prasi	Prasinophyceae
Crypt	Cryptophyceae	Raph	Raphidophyceae
Cyano	Cyanobacteria	Ulvo	Ulvophyceae
Dicty	Dictyochophyceae	Xanth	Xanthophyceae
Dino	Dinophyceae		

Tabelle 6: Abkürzungen der Algenordnungen.

Abk. Ordnung	Ordnung	Abk. Ordnung	Ordnung
Bacill_div	Bacillariophyceae_divers	Klebsormid	Klebsormidiales
Bicosoecida	Bicosoecida	Mischococc	Mischococcales
Centrales	Centrales	Nostocales	Nostocales
Chaetophor	Chaetophorales	Ochromonad	Ochromonadales
Chlorococc	Chlorococcales	Oscillator	Oscillatoriales
Chloro_div	Chlorophyceae_divers	Pennales	Pennales
Choanoflag	Choanoflagellida	Peridinal	Peridinales
Chromulina	Chromulinales	Phaeocysta	Phaeocystales
Chroococca	Chroococcales	Polyblepha	Polyblepharidales
Chrys_div	Chrysophyceae_divers	Prasi_div	Prasinophyceae_divers
Conju_div	Conjugatophyceae_divers	Prorocentr	Prorocentrales
Cryptomona	Cryptomonadales	Prymnesiales	Prymnesiales
Crypt_div	Cryptophyceae_divers	Raph_div	Raphidophyceae_divers
Cyano_div	Cyanobacteria_divers	Rhizochlor	Rhizochloridales
Desmidiales	Desmidiales	Scourfield	Scourfieldiales
Dictyochales	Dictyochales	Stylococca	Stylococcales
Dinococcales	Dinococcales	Tetraselmi	Tetraselmiales
Dino_div	Dinophyceae_divers	Tetrasporales	Tetrasporales
divers	divers	Tribonemat	Tribonematales
Dunaliellales	Dunaliellales	Ulotrichales	Ulotrichales
Ebriales	Ebriales	Unbest. Algen	Unbestimmte Algen
Euglenales	Euglenales	Volvocales	Volvocales
Eugl_div	Euglenophyceen_divers	Xanth_div	Xanthophyceae_divers
Hapto_div	Haptophyceae_divers	Zygnematal	Zygnematales
HF	Heterotrophe Flagellaten		

Tabelle 7: Liste der Identifikationswerke in der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons.

Indentifikations- werk (Kürzel)	Bestimmungswerk			
	Autor	Jahr	Titel	Band
AlgaTerra	Jahn, R. & Kusber, W.-H.	2006	AlgaTerra Information System [www.algaterra.org]	
Butcher1967	Butcher, R. W.	1967	Fishery Investigations ser. 4, 4	
Casper & Scheffler (1990)	Casper, J. & Scheffler, W.	1990	Archiv für Protistenkunde	132
Coesel (1996)	Coesel, P. F. M. (1996)	1996	Taxonomic notes on Dutch demids III. – Cryptogamie Algologie	17
EG1988	Ettl, H. & Gärtner, G.	1988	Süßwasserflora von Mitteleuropa	10
Ettl1978	Ettl, H.	1978	Süßwasserflora von Mitteleuropa	3
Ettl1983		1983	Süßwasserflora von Mitteleuropa	9
Fö1982	Förster, K.	1982	Das Phytoplankton des Süßwassers	8 (1)
Geitler32	Geitler, L.	1932	Rabenhorst's Kryptogamen-Flora	14
Hegewald & Schnepf (1986)	Hegewald, E. & Schnepf, E.	1986	Arch. Hydrobiol. Suppl.	73
Hindák1962	Hindák, F	1962	Preslia	34
Hindák1963		1963	Nova Hedwigia	6
Hindák1988		1988	Biol. Práce Slov. Akad. Vied	34
HP1950 (1968)	Huber-Pestalozzi, G	1968	Das Phytoplankton des Süßwassers	3 (2. Ed.)
HP1955		1955	Das Phytoplankton des Süßwassers	4
IKSE1999	Komárek, J.	1999	Übersicht der planktischen Blaualgen (Cyanobakterien) im Einzugsgebiet der Elbe (IKSE)	
John et al. 2002	John, D. M. et al.	2002	The freshwater algal flora of the British Isles	
KA19/1	Komárek, J. & Anagnostidis, K.	1999	Süßwasserflora von Mitteleuropa	19 (1)
KA19/2		2005	Süßwasserflora von Mitteleuropa	19 (2)
Ka1984	Kadłubowska, J. Z.	1984	Süßwasserflora von Mitteleuropa	16
KF1983	Komárek, J. & Fott, B.	1983	Das Phytoplankton des Süßwassers	7 (1)
KLB2/1	Krammer, K. & Lange-Bertalot, H.	1986 & 1997	Süßwasserflora von Mitteleuropa	2 (1)
KLB2/1-4		1986–1991	Süßwasserflora von Mitteleuropa	2 (1–4)
KLB2/2		1988 & 1997	Süßwasserflora von Mitteleuropa	2 (2)
KLB2/3		1991 & 2000	Süßwasserflora von Mitteleuropa	2 (3)
KLB2/4		1991 & 2004	Süßwasserflora von Mitteleuropa	2 (4)
Komárek & Ana- gnostidis (1989)	Komárek, J. & Anagnostidis, K.	1989	Arch. Hydrobiol. Suppl.	82
KonglSvenSer4 (1951)	Cleve-Euler, A.	1951	Kongl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Ser. 4, 2	
Kuosa1988	Kuosa, H.	1988	Arch. Protistenk. 135	

Indentifikations- werk (Kürzel)	Bestimmungswerk			
	Autor	Jahr	Titel	Band
Lange-Bertalot1993	Lange-Bertalot, H.	1993	Bibliotheca Diatomologica	27
Lenzenweger1997	Lenzenweger	1997	Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 2; Bibliotheca Phycologica	102
MarinPhyto	Drebes, G.	1974	Marines Phytoplankton	
OperaBot133	Jensen & Moestrup	1998	Opera Botanica 133	
Pankow1990	Pankow, H.	1990	Ostsee-Algenflora	
PP1990	Popovský, J. & Pfister, L. A.	1990	Süßwasserflora von Mitteleuropa	6
Ru1977	Růžicka, J.	1977	Die Desmidiaceen Mitteleuropas	1 (1)
Starmach1985	Starmach, K.	1985	Süßwasserflora von Mitteleuropa	1
Tomas1996	Tomas, C. R.	1996	Identifying marine diatoms and dinofla- gellates	

Fortsetzung Tabelle 7

Tabelle 8: Harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons mit Angabe der Mindestbestimmungstiefe für natürliche kalkreiche Seen und der Indikatorarten in den Ökoregionen Alpen und norddeutsches Tiefland.

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
10	16794	Acanthoceras	Centrales	Bacill		KLB2/3:83	×	Acanthoceras zachariasii	HONIGMANN	1909
1	6837	Acanthoceras zachariasii	Centrales	Bacill		KLB2/3:84	×	Acanthoceras zachariasii	(BRUN) SIMONSEN	1979
2	17125	Acanthosphaera	Chlorococc	Chloro		KF1983:276		Acanthosphaera	LEMMERMANN	1899
1236	7743	Acanthosphaera zachariasii	Chlorococc	Chloro		KF1983:276		Acanthosphaera	LEMMERMANN	1899
856	6160	Achnanthes	Pennales	Bacill		KLB2/4:1		Achnanthes	BORY DE SAINT VINCENT	1822
3	6056	Achnanthes catenata	Pennales	Bacill		KLB2/4:62		Achnanthes catenata	BILY & MARVAN	1959
1026	6180	Achnanthes clevei	Pennales	Bacill		KLB2/4:35		Achnanthes	GRUNOW	1880
1027	6248	Achnanthes delicatula	Pennales	Bacill		KLB2/4:71		Achnanthes	(KÜTZING) GRUNOW	1880
1140	6047	Achnanthes hungarica	Pennales	Bacill		KLB2/4:33		Achnanthes	(GRUNOW) GRUNOW	1880
1141	6245	Achnanthes lanceolata ssp. dubia	Pennales	Bacill		KLB2/4:76		Achnanthes-lanceolata-Komplex	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	1993
1142	6260	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima	Pennales	Bacill		KLB2/4:78		Achnanthes-lanceolata-Komplex	LANGE-BERTALOT	1993
1143	16127	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata	Pennales	Bacill		KLB2/4:75		Achnanthes-lanceolata-Komplex	(BRÉBISSE) GRUNOW	1880
1144	6261	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	Pennales	Bacill		KLB2/4:77		Achnanthes-lanceolata-Komplex	(OESTRUP) LANGE-BERTALOT	1993
1145	6244	Achnanthes-lanceolata-Komplex	Pennales	Bacill		KLB2/4:73		Achnanthes-lanceolata-Komplex	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1991
1146	6263	Achnanthes lauenburgiana	Pennales	Bacill		KLB2/4:26		Achnanthes	HUSTEDT	1950
4	16561	Achnanthes-minutissima-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/4:55		Achnanthes-minutissima-Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1991
1148	6268	Achnanthes oblongella	Pennales	Bacill		KLB2/4:29		Achnanthes	OESTRUP	1903
1149	6984	Achnanthes ploenensis	Pennales	Bacill		KLB2/4:37		Achnanthes	HUSTEDT	1930
1150	16141	Achnanthes punctulata	Pennales	Bacill		KLB2/4:51		Achnanthes	SIMONSEN	1959
1151	6276	Achnanthes subatomoides	Pennales	Bacill		KLB2/4:24		Achnanthes	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT & R. E. M. ARCHIBALD	1985
6	7725	Actinastrum	Chlorococc	Chloro		KF1983:740		Actinastrum ohne A. hantzschii	LAGERHEIM	1888
1263	7438	Actinastrum aciculare	Chlorococc	Chloro		KF1983:744		Actinastrum ohne A. hantzschii	PLAYFAIR	1917
5	7018	Actinastrum hantzschii	Chlorococc	Chloro		KF1983:742	×	Actinastrum hantzschii	LAGERHEIM	1882
8	16774	Actinocyclus	Centrales	Bacill		KLB2/3:88	×	Actinocyclus normanii	EHRENBERG	1837
7	16151	Actinocyclus normanii	Centrales	Bacill		KLB2/3:88 (als Morphotyp subsalsus)	×	Actinocyclus normanii	(GREGORY) HUSTEDT	1957
2019	16795	Actinoptychus	Centrales	Bacill		Pankow 1990:103		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1843
2000	16796	Actinoptychus senarius	Centrales	Bacill		Pankow 1990:103		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) EHRENBERG	1843
2025	16818	Actinoptychus splendens	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(SHADBOLT) RALFS	1861
11	7294	Amphidinium	Peridinales	Dino		PP1990:89		Amphidinium	CLAPARÈDE & LACHMANN	1858
9		Amphidinium/Katodinium	Peridinales	Dino		PP1990		Amphidinium oder Katodinium		
912	17126	Amphidinium elenkinii	Peridinales	Dino		PP1990:90		Amphidinium	SKVORTSOV	1925
15	17127	Amphikrikos	Chlorococc	Chloro		KF1983:556		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	KORSHIKOV	1953
966	17128	Amphikrikos nanus	Chlorococc	Chloro		KF1983:557		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	(FOTT & HEYENIG) HINDÁK	1977

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
13	6165	Amphora	Pennales	Bacill		KL2/1:342		Amphora, ohne A. ovalis	EHRENBERG	1844
1152	16152	Amphora coffeaeformis	Pennales	Bacill		KL2/1:347		Amphora, ohne A. ovalis	(C. AGARDH) KÜTZING	1844
1153	6285	Amphora holsatica	Pennales	Bacill		KL2/1:349		Amphora, ohne A. ovalis	HUSTEDT	1930
1154	6860	Amphora libyca	Pennales	Bacill		KL2/1:345		Amphora, ohne A. ovalis	EHRENBERG sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1997
1155	6286	Amphora montana	Pennales	Bacill		KL2/1:349		Amphora, ohne A. ovalis	KRASKE	1932
12	6044	Amphora ovalis	Pennales	Bacill		KL2/1:344	×	Amphora ovalis	(KÜTZING) KÜTZING	1844
841	6983	Amphora pediculus	Pennales	Bacill		KL2/1:346		Amphora, ohne A. ovalis	(KÜTZING) GRUNOW	1875
1156	6181	Amphora veneta	Pennales	Bacill		KL2/1:348		Amphora, ohne A. ovalis	KÜTZING	1844
31	8020	Anabaena	Nostocales	Cyano		IKSEI999:15		Anabaena, ohne Arten circinalis, compacta, crassa, f.-a., lemmermannii, planctonica, solitaria, spiroides und viguieri	BORY DE SAINT VINCENT ex BORNET & FLAHAULT	1886
14	8859	Anabaena affinis	Nostocales	Cyano		IKSEI999:43		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	LEMMERMANN	1897
899	8858	Anabaena aphanizomenoides	Nostocales	Cyano		Geitler32:875		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	FORTI	1911
17	8072	Anabaena circinalis	Nostocales	Cyano		IKSEI999:46	×	Anabaena circinalis	RABENHORST ex BORNET & FLAHAULT	1888
18	8857	Anabaena compacta	Nostocales	Cyano		IKSEI999:45	×	Anabaena compacta	(NYGAARD) B. HICKEL	1985
19	8856	Anabaena crassa	Nostocales	Cyano		IKSEI999:46	×	Anabaena crassa	(LEMMERMANN) KOMÁRKOVÁ-LEGENEROVÁ & CRONBERG	1992
20	8094	Anabaena cylindrica	Nostocales	Cyano		Geitler32:883		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	LEMMERMANN	1896
21	8032	Anabaena flos-aquae	Nostocales	Cyano		IKSEI999:45	×	Anabaena flos-aquae	BREISSON ex BORNET & FLAHAULT	1888
941		Anabaena flos-aquae / A. perturbata	Nostocales	Cyano		IKSEI999	×	Anabaena, ohne 9 Indikatorarten		
24	8855	Anabaena lemmermannii	Nostocales	Cyano		IKSEI999:45	×	Anabaena lemmermannii	P. G. RICHTER in LEMMERMANN	1903
25	8854	Anabaena macrospora	Nostocales	Cyano		IKSEI999:44		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	KLEBAHN	1895
859	8853	Anabaena mendotae	Nostocales	Cyano		IKSEI999:45		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	TRELEASE	1889
942	8852	Anabaena perturbata	Nostocales	Cyano		IKSEI999:46		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	HILL	1976
26	8913	Anabaena planctonica	Nostocales	Cyano		IKSEI999:44	×	Anabaena planctonica	BRUNNTHALER	1903
27		Anabaena scheremetievii	Nostocales	Cyano		Geitler32:879		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	ELENKIN	1909
28	8851	Anabaena sigmoides	Nostocales	Cyano		IKSEI999:45		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	NYGAARD	1950
1267	8213	Anabaena smithii	Nostocales	Cyano		IKSEI999:44		Anabaena, ohne 9 Indikatorarten	(KOMÁREK) M. WATANABE	1992
29	8850	Anabaena solitaria	Nostocales	Cyano		IKSEI999:44	×	Anabaena solitaria	KLEBAHN	1895
32	8095	Anabaena spiroides	Nostocales	Cyano		IKSEI999:46	×	Anabaena spiroides	KLEBAHN	1895
1268	8214	Anabaena viguieri	Nostocales	Cyano		IKSEI999:43	×	Anabaena viguieri	DENIS & FREMY	1924
38	8849	Anabaenopsis	Nostocales	Cyano		IKSEI999:15	×	Anabaenopsis, o. A. cunningtonii	V. MILLER	1923
35	8848	Anabaenopsis arnoldii	Nostocales	Cyano		IKSEI999:47	×	Anabaenopsis arnoldii	APTEKAR	1926
36	8847	Anabaenopsis cunningtonii	Nostocales	Cyano		IKSEI999		Anabaenopsis cunningtonii	W. R. TAYLOR	1932
37	8846	Anabaenopsis elenkinii	Nostocales	Cyano		IKSEI999:47	×	Anabaenopsis elenkinii	V. MILLER	1923
45	7915	Ankistrodesmus	Chlorococc	Chloro		KF1983:680	×	Ankistrodesmus	CORDA	1838

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
39	7200	Ankistrodesmus bibranius	Chlorococcc	Chloro		KF1983:688	×	Ankistrodesmus	(REINSCH) KORSHIKOV	1953
40	7019	Ankistrodesmus falcatus	Chlorococcc	Chloro		KF1983:686		Ankistrodesmus	(CORDA) RALFS	1848
41	7845	Ankistrodesmus fusiformis	Chlorococcc	Chloro		KF1983:686	×	Ankistrodesmus	CORDA	1838
1061	17129	Ankistrodesmus gelifactum	Chlorococcc	Chloro		KF1983:651	×	Ankistrodesmus	(CHODAT) BOURRELLY	1952
42	7201	Ankistrodesmus gracilis	Chlorococcc	Chloro		KF1983:688	×	Ankistrodesmus	(REINSCH) KORSHIKOV	1953
44	17130	Ankistrodesmus nanoselene	Chlorococcc	Chloro		KF1983:618	×	Ankistrodesmus	SKUJA	1948
46	7951	Ankistrodesmus spiralis	Chlorococcc	Chloro		KF1983:687	×	Ankistrodesmus	(TURNER) LEMMERMANN	1908
52	7123	Ankyra	Chlorococcc	Chloro		KF1983:233	×	Ankyra	FOTT	1957
48	7202	Ankyra ancora	Chlorococcc	Chloro		KF1983:236	×	Ankyra ancora	(G.M.SMITH) FOTT	1957
49	7844	Ankyra judayi	Chlorococcc	Chloro		KF1983:238	×	Ankyra judayi	(G.M.SMITH) FOTT	1957
50	7130	Ankyra lanceolata	Chlorococcc	Chloro		KF1983:240	×	Ankyra lanceolata	(KORSHIKOV) FOTT	1957
16	6824	Anomooneis	Pennales	Bacill		KLB2/I:251		Anomooneis	PFITZER	1871
53	6049	Anomooneis sphaerophora	Pennales	Bacill		KLB2/I:252		Anomooneis	PFITZER	1871
22		Anthophysa	Ochromonad	Chrys	ja	Starmachl1986:219		Anthophysa	BORY	1822
1157	7628	Anthophysa vegetans	Ochromonad	Chrys	ja	Starmachl1986:220		Anthophysa vegetans	(O.F.MÜLLER) F.STEIN	1878
58	8033	Aphanizomenon	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:15	×	Aphanizomenon, ohne gracile und issatschenkoi	MORREN ex BORNET & FLAHAULT	1888
1269	8215	Aphanizomenon elenkinii	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:42		Aphanizomenon, ohne gracile und issatschenkoi	KISSELEV	1951
1270	8216	Aphanizomenon flexuosum	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:42		Aphanizomenon, ohne gracile und issatschenkoi	KOMÁREK & KOVACIK	1989
54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:43	×	Aphanizomenon, ohne gracile und issatschenkoi	(LINNAEUS) RALFS ex BORNET & FLAHAULT	1888
55	8096	Aphanizomenon gracile	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:42	×	Aphanizomenon gracile	LEMMERMANN	1910
56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:41	×	Aphanizomenon issatschenkoi	(USACEV) PROSKINA-LAVRENKO	1962
1272	8217	Aphanizomenon klebahnii	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:42		Aphanizomenon, ohne gracile und issatschenkoi	(ELENKIN) PECHAR & KALINA	2000
64	8873	Aphanocapsa	Chroococca	Cyano		KAI19/I:146	×	Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	NÄGELI	1849
1274	8218	Aphanocapsa conferta	Chroococca	Cyano		KAI19/I:155		Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	(W. & G. S. WEST) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG	1993
59	8097	Aphanocapsa delicatissima	Chroococca	Cyano		KAI19/I:151	×	Aphanocapsa delicatissima	W. & G. S. WEST	1912
60	8098	Aphanocapsa elachista	Chroococca	Cyano		KAI19/I:154	×	Aphanocapsa elachista	W. & G. S. WEST	1894
861	8463	Aphanocapsa grevillei	Chroococca	Cyano		KAI19/I:159	×	Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	(BERKELEY) RABENHORST	1865
61	8844	Aphanocapsa holsatica	Chroococca	Cyano		KAI19/I:152	×	Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	(LEMMERMANN) CRONBERG & KOMÁREK	1994
62	8191	Aphanocapsa incerta	Chroococca	Cyano		KAI19/I:151	×	Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	(LEMMERMANN) CRONBERG & KOMÁREK	1994
1275	8219	Aphanocapsa nubilum	Chroococca	Cyano		KAI19/I:154		Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	KOMÁREK & H. J. KLING	1991
63	8843	Aphanocapsa reinboldii	Chroococca	Cyano		KAI19/I:159	×	Aphanocapsa, o. A. delicatissima u. elachista	(P. G. RICHTER) KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS	1995
68	8100	Aphanothece	Chroococca	Cyano		KAI19/I:71		Aphanothece, ohne A. clathrata	NÄGELI	1849

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
65	8425	Aphanothece bachmannii	Chroococca	Cyano		KA19/1:75		Aphanothece, ohne A. clathrata	KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG	1994
66	8424	Aphanothece clathrata	Chroococca	Cyano		KA19/1:75	×	Aphanothece clathrata	W. & G. S. WEST	1906
67	8842	Aphanothece nidulans	Chroococca	Cyano		KA19/1:81		Aphanothece, ohne A. clathrata	P. G. RICHTER	1884
69	8077	Aphanothece stagnina	Chroococca	Cyano		KA19/1:86		Aphanothece, ohne A. clathrata	(SPRENGEL) A. BRAUN in RABENHORST	1863
70		Aphanothece/Aphanocapsa	Chroococca	Cyano		KA19/1		Aphanothece oder Aphanocapsa		
71	7801	Astasia inflata	Euglenales	Eugl	ja	HP1955:438		Heterotrophe Flagellaten	DUJARDIN	1841
73	6142	Asterionella	Pennales	Bacill		KL2/3:102	×	Asterionella formosa	HASSALL	1850
72	6050	Asterionella formosa	Pennales	Bacill		KL2/3:103	×	Asterionella formosa	HASSALL	1856
1276	6172	Asterionella ralfsii	Pennales	Bacill		KL2/3:103		Asterionella ralfsii	W. SMITH	1856
2001	16797	Asterionellopsis glacialis	Pennales	Bacill		Alga Terra		Taxa in Küstengewässern	(CASTRACANE) ROUND	1990
2026	16819	Asterionellopsis kariana	Pennales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(GRUNOW) ROUND	1990
1252	17131	Asterococcus superbus	Tetrasporales	Chloro		EG1988:95		Asterococcus superbus	(CIENKOWSKI) SCHERFFEL	1909
74	7931	Aulacomonas hyalina	Dunaliellales	Prasi	ja	Ettl1983		Heterotrophe Flagellaten	SKUJA	1956
83	6797	Aulacoseira	Centrales	Bacill		KL2/3:19		Aulacoseira, o. ambigua, granulata	THWAITES	1848
75	6798	Aulacoseira ambigua	Centrales	Bacill		KL2/3:25	×	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN	1979
1277	6799	Aulacoseira distans	Centrales	Bacill		KL2/3:32		Aulacoseira, o. ambigua, granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN	1979
78	6785	Aulacoseira granulata	Centrales	Bacill		KL2/3:22	×	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN	1979
79	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	Centrales	Bacill		KL2/3:23	×	Aulacoseira granulata	(O. MÜLLER) SIMONSEN	1979
77	16783	Aulacoseira granulata var. curvata	Centrales	Bacill		KL2/3:23 (als Morphotyp curvata)	×	Aulacoseira granulata	(GRUNOW) MAUCH, SCHMEDTJE, MAETZE & F. FISCHER	2003
81	6907	Aulacoseira islandica	Centrales	Bacill		KL2/3:26	×	Aulacoseira islandica	(O. MÜLLER) SIMONSEN	1979
82	6787	Aulacoseira italica	Centrales	Bacill		KL2/3:29		Aulacoseira italica oder Aulacoseira, o. ambigua, granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN	1979
913	6715	Aulacoseira italica var. tenuissima	Centrales	Bacill		KL2/3:30		Aulacoseira italica oder Aulacoseira, o. ambigua, granulata	(GRUNOW) SIMONSEN	1979
1029		Aulacoseira italica-Gruppe/subarctica	Centrales	Bacill		KL2/1-4		Aulacoseira italica oder Aulacoseira, o. ambigua, granulata		
1045	6717	Aulacoseira muzzanensis	Centrales	Bacill		KL2/3:24		Aulacoseira, o. ambigua, granulata	(MEISTER) KRAMMER	1991
84	6788	Aulacoseira subarctica	Centrales	Bacill		KL2/3:28	×	Aulacoseira subarctica oder Aulacoseira, o. ambigua, granulata	(O. MÜLLER) HAWORTH	1990
43	16773	Bacillaria	Pennales	Bacill		KL2/2:8		Bacillaria	GMELIN	1791
1128	6143	Bacillaria paxillifera	Pennales	Bacill		KL2/2:8 (als Bacillaria paradoxa)		Bacillaria	(O. F. MÜLLER) HENDEY	1951
2021	16798	Bellerochea	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	VAN HEURCK	1885
2002	16799	Bellerochea malleus	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(BRIGHTWELL) VAN HEURCK	1885
87	7441	Bicosoeca	Bicosoecida	Bico	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	H. J. CLARK	1866
85	7581	Bicosoeca ainikkiae	Bicosoecida	Bico	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	JÄRNEFELT	1956

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
86	7582	Bicosoeca campanulata	Bicosoecida	Bico	ja	Sarmachi986		Heterotrophe Flagellaten	(LACKEY) BOURRELLY	
937	7442	Bicosoeca lacustris	Bicosoecida	Bico	ja	Sarmachi986		Heterotrophe Flagellaten	H. J. CLARK	1866
1008	7445	Bicosoeca socialis	Bicosoecida	Bico	ja	Sarmachi986		Heterotrophe Flagellaten	LAUTERBORN	1894
2027	16821	Biddulphia alternans	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(BAILEY) HEURCK	1885
89	17132	Binuclearia	Ulotrachales	Ulvo		John et al. 2002:434		Binuclearia	WITTROCK	1886
93	7583	Bitrichia	Stylococca	Chrys		Sarmachi986:404		Bitrichia, ohne B. chodatii	WOLOSZYNSKA	1914
90	7584	Bitrichia chodatii	Stylococca	Chrys		Sarmachi986:406	×	Bitrichia chodatii	(REVERDIN) CHODAT	1926
1009	7585	Bitrichia danubiensis	Stylococca	Chrys		Sarmachi986:407		Bitrichia, ohne B. chodatii	JURIS	1967
91	7586	Bitrichia longispina	Stylococca	Chrys		Sarmachi986:406		Bitrichia, ohne B. chodatii	(LUND) BOURRELLY	1957
92	7163	Bitrichia ochridana	Stylococca	Chrys		Sarmachi986:406		Bitrichia, ohne B. chodatii	(FOTT) BOURRELLY	1957
95	7863	Botryococcus	Chlorococc	Chloro		KF1983:375		Botryococcus, ohne braunii	KÜTZING	1849
94	7237	Botryococcus braunii	Chlorococc	Chloro		KF1983:378	×	Botryococcus braunii	KÜTZING	1849
2028	16822	Brockmanniella brockmannii	Centrales	Bacill		Tomas1996:179		Taxa in Küstengewässern	(HUSTEDT) HASLE, STOSCH & SYVERTSEN	1983
97	6823	Caloneis	Pennales	Bacill		KL192/1:382		Caloneis	CLEVE	1894
96	6043	Caloneis amphibiaena	Pennales	Bacill		KL192/1:385		Caloneis	(BORY DE SAINT VINCENT) CLEVE	1894
1158	6051	Caloneis bacillum	Pennales	Bacill		KL192/1:390		Caloneis	(GRUNOW) CLEVE	1894
1253	6724	Campylodiscus hibernicus	Pennales	Bacill		KL192/2:214		Campylodiscus	EHRENBERG	1845
100	7949	Carteria	Volvocales	Chloro		Ettl1983:574	×	Carteria	DIESING em. FRANCE	1893
1010	7203	Carteria globulosa	Volvocales	Chloro		Ettl1983:578	×	Carteria	PASCHER	1927
1011	7204	Carteria multifilis	Volvocales	Chloro		Ettl1983:585	×	Carteria	(PRESENTUS) DILL	1895
99	17133	Carteria pseudomultifilis	Volvocales	Chloro		Ettl1983:585	×	Carteria	L. S. PETERFI	1966
1055	7177	Centrtractus	Mischococc	Xanth		Ettl1978:397		Centrtractus	LEMMERMANN	1900
106	7930	Ceratum	Peridinales	Dino		PP1990:205		Ceratum, o. C. furcoides, cornutum u. hirundinella	SCHRANK	1793
102	17072	Ceratum cornutum	Peridinales	Dino		PP1990:206	×	Ceratum cornutum	(EHRENBERG) CLAPARÈDE & J. LACHMANN	1859
2029	17436	Ceratum furca	Peridinales	Dino		Pankow1990:320		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) CLAPARÈDE & J. LACHMANN	1859
103	17099	Ceratum furcoides	Peridinales	Dino		PP1990:206	×	Ceratum furcoides	(LEVANDER) LANGHANS	1925
104	7239	Ceratum hirundinella	Peridinales	Dino		PP1990:207	×	Ceratum hirundinella	(O. F. MÜLLER) DUJARDIN	1841
105	17134	Ceratum rhomvodes	Peridinales	Dino		PP1990:240		Ceratum, o. C. furcoides, cornutum u. hirundinella	B. HICKEL	1988
119		Ceratoneis	Pennales	Bacill		KL192/1:124 (als Nitzschia closterium)		Ceratoneis, o. C. closterium	EHRENBERG	1839
948		Ceratoneis closterium	Pennales	Bacill		KL192/1:124 (als Nitzschia closterium)		Ceratoneis closterium	EHRENBERG	1839
946	16800	Chaetoceros	Centrales	Bacill		KL192/3:84		Chaetoceros	EHRENBERG	1844
2030	16823	Chaetoceros costatum	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	PAVILLARD	1911

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceros zachariasii	Jahr
2031	16824	Chaetoceros danicus	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	CLEVE	1889
2032	16825	Chaetoceros debilis	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	CLEVE	1894
2033	16826	Chaetoceros densus	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(CLEVE) CLEVE	1899
2034	16827	Chaetoceros diadema	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) GRAN	1897
2035	16828	Chaetoceros eibonii	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	GRUNOW	1882
2036	16829	Chaetoceros impressus	Centrales	Bacill		OperaBot133		Taxa in Küstengewässern	K. G. JENSEN & MOESTRUP	1998
2037	16830	Chaetoceros protuberans	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	LAUDER	1864
2006	16801	Chaetoceros socialis	Centrales	Bacill		Pankow1990:117 (als „sociale“)		Taxa in Küstengewässern	LAUDER	1864
1245	8043	Chamaesiphon	Chroococca	Cyano		KAI19/1:373		Chamaesiphon	A. BRAUN ex GRUNOW	1865
901	7667	Characiopsis	Mischococc	Xanth		Ettl1978:340		Characiopsis	BORZI	1893
1006	7240	Characium	Chlorococc	Chloro		KFI983:198	×	Characium	A. BRAUN	1849
108	7118	Chilomonas	Cryptomonas	Crypt	ja	HPI950 (1968):69		Chilomonas	EHRENBERG	1831
110	7614	Chlamydocapsa	Tetrasporales	Chloro		EG1988:83		Chlamydocapsa, oh. C. planctonica	FOTT	1972
109	7300	Chlamydocapsa planctonica	Tetrasporales	Chloro		EG1988:90	×	Chlamydocapsa planctonica	(W. & G. S. WEST) FOTT	1972
117	7021	Chlamydomonas	Volvocales	Chloro		Ettl1983:193		Chlamydomonas	EHRENBERG	1834
115	7021	Chlamydomonas 10–15 µm	Volvocales	Chloro		Ettl1983:193		Chlamydomonas	EHRENBERG	1834
116	7021	Chlamydomonas 5–10 µm	Volvocales	Chloro		Ettl1983:193		Chlamydomonas	EHRENBERG	1834
1225	7182	Chlamydomonas ehrenbergii	Volvocales	Chloro		Ettl1983:232		Chlamydomonas	GOROSCHANKIN	1891
111	17135	Chlamydomonas globosa	Volvocales	Chloro		Ettl1983:226		Chlamydomonas	J. SNOW	1903
112	17136	Chlamydomonas gloeophila	Volvocales	Chloro		Ettl1983:364		Chlamydomonas	SKUJA	1948
113	17137	Chlamydomonas minutissima	Volvocales	Chloro		Ettl1983:353		Chlamydomonas	KORSHIKOV	1927
114	7080	Chlamydomonas reinhardtii	Volvocales	Chloro		Ettl1983:229		Chlamydomonas	DANGEARD	1888
118	17138	Chlamydomonas tremulans	Volvocales	Chloro		Ettl1983:388		Chlamydomonas	SKUJA	1948
122	7207	Chlorella	Chlorococc	Chloro		KFI983:583	×	Chlorella	BEIJERINCK	1890
120	17139	Chlorella ellipsoidea	Chlorococc	Chloro		KFI983:592	×	Chlorella	GERNECK	1907
121	17140	Chlorella pyrenoidosa	Chlorococc	Chloro		KFI983:593 (als C. vulgaris)	×	Chlorella	H. CHICK	1903
123	7798	Chlorella vulgaris	Chlorococc	Chloro		KFI983:594	×	Chlorella	BEIJERINCK	1890
1232	7195	Chlorococcum	Chlorococc	Chloro		KFI983:33		Chlorococcum	MENEGHINI	1842
125	7196	Chlorococcum infusionum	Chlorococc	Chloro		KFI983:36: pl.42, fig.1		Chlorococcum	(SCHRANK) MENEGHINI	1842
1264	8087	Chlorogloea microcystoides	Chroococca	Cyano		KAI19/1:329		Chlorogloea	GEITLER	1925
126	7927	Chlorogonium	Volvocales	Chloro		Ettl1983:650		Chlorogonium	EHRENBERG	1837
453	17141	Chlorotetraedron	Chlorococc	Chloro		KFI983:126		Chlorotetraedron incus	MACENTEE, H. C. BOLD & P. A. ARCHIBALD	1978
749	7280	Chlorotetraedron incus	Chlorococc	Chloro		KFI983:130 (als Tetraedron incus)	×	Chlorotetraedron incus	KOMÁREK & KOVÁČIK	1985

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
47	7154	Choricystis	Chlorococc	Chloro		KF1983:645		Choricystis	(SKUJA) FOTT	1976
127	7155	Choricystis chodatii	Chlorococc	Chloro		KF1983:645		Choricystis	(IAAG) FOTT	1976
128		Choricystis komarkovae	Chlorococc	Chloro		KF1983		Taxon ID nicht mehr verwenden		
131	7631	Chromulina	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:139		Chromulina	CIENKOWSKI	1870
129	17142	Chromulina crassa	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:60		Chromulina	H. BACHMANN	1923
130	17143	Chromulina minima	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:45		Chromulina	DOFLEIN	1923
136	8990	Chroococcus	Chroococca	Cyano		KAI191:279		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	NÄGELI	1849
132	8841	Chroococcus aphanocapsoides	Chroococca	Cyano		KAI191:284		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	SKUJA	1964
133	8112	Chroococcus dispersus	Chroococca	Cyano		KAI191:286		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	(KEISSLER) LEMMERMANN	1904
863	8840	Chroococcus distans	Chroococca	Cyano		KAI191:290		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	(G. M. SMITH) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ	1994
134	8922	Chroococcus limneticus	Chroococca	Cyano		KAI191:290	×	Chroococcus limneticus	LEMMERMANN	1898
1279	8234	Chroococcus minimus	Chroococca	Cyano		KAI191:286		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	(KEISSLER) LEMMERMANN	1904
135	8113	Chroococcus minutus	Chroococca	Cyano		KAI191:296	×	Chroococcus minutus	(KÜTZING) NÄGELI	1849
864	8839	Chroococcus obliteratus	Chroococca	Cyano		KAI191:300 (als Chroococcus obliteratus P.G. Richter)		Chroococcus, o. C. limneticus, minutus, turgidus	P. G. RICHTER	1886
137	8062	Chroococcus turgidus	Chroococca	Cyano		KAI191:306	×	Chroococcus turgidus	(KÜTZING) NÄGELI	1849
141	7980	Chroomonas	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):26		Chroomonas	HANSIRG	1885
138	17111	Chroomonas acuta	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):33		Chroomonas	UTERMÖHL	1925
139	7983	Chroomonas nordstedtii	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):28		Chroomonas	HANSIRG	1885
142	7624	Chrysamoeba	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:85	×	Chrysamoeba	KLEBS	1892
1250	17144	Chrysiidiastrum catenatum	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:392		Chrysiidiastrum catenatum	(LAUTERBORN) LAUTERBORN in PASCHER	1913
144	17145	Chrysochromulina	Prymnesiales	Hapto		Starmachi1986	×	Chrysochromulina	LACKEY	1939
143	7211	Chrysochromulina parva	Prymnesiales	Hapto		Starmachi1986:468	×	Chrysochromulina	LACKEY	1939
146	7446	Chrysococcus	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:86		Chrysococcus	KLEBS	1892
1000	7447	Chrysococcus biporus	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:89		Chrysococcus	SKUJA	1939
936	7448	Chrysococcus diaphanus	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:89		Chrysococcus	SKUJA	1950
1001	7450	Chrysococcus minutus	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:91		Chrysococcus	(FRITSCH) NYGAARD	1949
145	17112	Chrysococcus rufescens f. tripora	Chromulina	Chrys		Starmachi1986:88		Chrysococcus	J. W. G. LUND	1942
147		Chrysoflagellaten >10 µm	Chrys_div	Chrys		Starmachi1986		Chrysoflagellaten >10 µm, o. Indikator taxa		
148		Chrysoflagellaten 5–10 µm	Chrys_div	Chrys		Starmachi1986		Chrysoflagellaten 5–10 µm, o. Indikator taxa		
149		Chrysoflagellaten bis 5 µm	Chrys_div	Chrys		Starmachi1986		Chrysoflagellaten bis 5 µm, o. Indikator taxa		
51	17147	Chrysolykos	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:240		Chrysolykos, o. planctonicus u. skujae	B. MACK	1951
150	7588	Chrysolykos angulatus	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:245		Chrysolykos, o. planctonicus u. skujae	(WILLEN) NAUWERCK	1979
151	7429	Chrysolykos planctonicus	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:241	×	Chrysolykos planctonicus	MACK	1951
152	7589	Chrysolykos skujae	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:242	×	Chrysolykos skujae	(NAUWERCK) BOURRELLY	1957

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
498	17148	Chrysospora	Chromulina	Chrys		Sarmachi986:128		Chrysospora	PASCHER	1925
865	17149	Chrysospora fenestrata	Chromulina	Chrys		Sarmachi986:128		Chrysospora	PASCHER	1925
154	17150	Chrysosphaerella	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:366		Chrysosphaerella	LAUTERBORN	1896
153	7590	Chrysosphaerella setifera	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:368		Chrysosphaerella	SCHILLER	1954
543	17151	Chrysoxys	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:222		Chrysoxys	SKUJA	1948
1217	17152	Chrysoxys rhizopodica	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:196 (als Stiptochrysis rhizopodica)		Chrysoxys	SKUJA	1948
157	7944	Closteriopsis	Chlorococc	Chloro		KF1983:625		Closteriopsis	LEMMERMANN	1899
155	7789	Closteriopsis acicularis	Chlorococc	Chloro		KF1983:626		Closteriopsis	(G. M. SMITH) BELCHER & SWALE	1962
156	17092	Closteriopsis longissima	Chlorococc	Chloro		KF1983:626		Closteriopsis	(LEMMERMANN) LEMMERMAN	1899
173	7024	Closterium	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:57		Closterium, o. C. aciculare, C. acutum, C. acutum var. linea und var. variabile, C. limneticum, C. prorum	NITZSCH ex RALFS	1848
158	7973	Closterium aciculare	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:64	×	Closterium aciculare	T. WEST	1860
159	7213	Closterium acutum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:65	×	Closterium acutum	RUZICKA	1977
1280		Closterium acutum var. aciculare	Desmidiaceae	Conju		Fö1982		Taxon ID nicht mehr verwenden		
160	17153	Closterium acutum var. linea	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:66	×	Closterium acutum var. linea	(PERTY) W. & G. S. WEST	1900
161	7356	Closterium acutum var. variabile	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:67	×	Closterium acutum var. variabile	(LEMMERMANN) WILLI KRIEGER	1935
164	7005	Closterium ehrenbergii	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:78		Closterium, o. 6 Indikatorata	MENEGHINI ex RALFS	1848
165	17154	Closterium exiguum	Desmidiaceae	Conju		Ru1977:100		Closterium, o. 6 Indikatorata	W. & G. S. WEST	1902
935	7843	Closterium kuetzingii	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:84		Closterium, o. 6 Indikatorata	BREISSON	1856
167	7025	Closterium leibleinii	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:86		Closterium, o. 6 Indikatorata	KÜTZING ex RALFS	1848
168	7068	Closterium limneticum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:86	×	Closterium limneticum	LEMMERMANN	1899
169	7026	Closterium moniliferum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:91		Closterium, o. 6 Indikatorata	(BORY DE SAINT VINCENT) EHRENBURG ex RALFS	1848
170	7008	Closterium parvulum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:95		Closterium, o. 6 Indikatorata	NÄGELI	1849
171	7842	Closterium praelongum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:97		Closterium, o. 6 Indikatorata	BREISSON	1856
172	7967	Closterium prorum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:99	×	Closterium prorum	BREISSON	1856
174	7009	Closterium strigosum	Desmidiaceae	Conju		Ru1977:173		Closterium, o. 6 Indikatorata	BREISSON	1856
1060	17155	Coccomonas	Volvocales	Chloro		Ett1983:680		Coccomonas	F. STEIN	1878
178	6145	Cocconeis	Pennales	Bacill		KL12/4:83		Cocconeis	EHRENBURG	1837
176	6020	Cocconeis pediculus	Pennales	Bacill		KL12/4:89		Cocconeis	EHRENBURG	1838
177	6021	Cocconeis placentula	Pennales	Bacill		KL12/4:86		Cocconeis	EHRENBURG	1838
1159	6307	Cocconeis pseudothumensis	Pennales	Bacill		KL12/4:92		Cocconeis	E. REICHARDT	1982
186	7119	Coelastrum	Chlorococc	Chloro		KF1983:720		Coelastrum, o. C. astroideum, microporum, pseudo- microporum, reticulatum	NÄGELI	1849
179	7813	Coelastrum astroideum	Chlorococc	Chloro		KF1983:725	×	Coelastrum astroideum	DE NOTARIS	1867
180	17156	Coelastrum indicum	Chlorococc	Chloro		KF1983:737		Coelastrum, o. 4 Indikatorata	W. B. TURNER	1893

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
181	7023	Coelastrum microporum	Chlorococ	Chloro		KF1983:725	×	Coelastrum microporum	NÄGELI in A. BRAUN	1855
1281	17425	Coelastrum morus	Chlorococ	Chloro		KF1983:732		Coelastrum, o. 4 Indikatortaxa	W. & G. S. WEST	1896
182	7567	Coelastrum polychordum	Chlorococ	Chloro		KF1983:738		Coelastrum, o. 4 Indikatortaxa	(KORSHIKOV) HINDÁK	1977
183	7568	Coelastrum pseudomicroporum	Chlorococ	Chloro		KF1983:726	×	Coelastrum microporum	KORSHIKOV	1953
184	7214	Coelastrum reticulatum	Chlorococ	Chloro		KF1983:737	×	Coelastrum reticulatum	(DANGEARD) SENN	1899
185	7981	Coelastrum sphaericum	Chlorococ	Chloro		KF1983:730		Coelastrum, o. 4 Indikatortaxa	NÄGELI	1849
57	8838	Coelomoron	Chroococ	Cyano		KAI191:201		Coelomoron	BUELL	1938
374	8837	Coelomoron pusillum	Chroococ	Cyano		KAI191:202		Coelomoron	(GOOR) KOMÁREK	1988
188	8986	Coelosphaerium	Chroococ	Cyano		KAI191:193		Coelosphaerium, o. C. kuetzingianum	NÄGELI	1849
1283	8220	Coelosphaerium aerugineum	Chroococ	Cyano		KAI191:195		Coelosphaerium, o. C. kuetzingianum	LEMMERMANN	1898
967	8114	Coelosphaerium dubium	Chroococ	Cyano		KAI191:197		Coelosphaerium, o. C. kuetzingianum	GRUNOW in RABENHORST	1865
187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Chroococ	Cyano		KAI191:195	×	Coelosphaerium kuetzingianum	NÄGELI	1849
866	8836	Coelosphaerium minutissimum	Chroococ	Cyano		KAI191:195		Coelosphaerium, o. C. kuetzingianum	LEMMERMANN	1900
192	7197	Coenochloris	Chlorococ	Chloro		KF1983:386		Sphaerocystis-Formenkreis	KORSHIKOV	1953
189	17157	Coenochloris hindakii	Chlorococ	Chloro		KF1983:387		Sphaerocystis-Formenkreis	KOMÁREK	1979
190	17158	Coenochloris mucosa	Chlorococ	Chloro		KF1983:387		Sphaerocystis-Formenkreis	(KORSHIKOV) HINDÁK	1977
191	17159	Coenochloris polycocca	Chlorococ	Chloro		KF1983:408 (als Eutetramor- tus polycoccus?)		Sphaerocystis-Formenkreis	(KORSHIKOV) HINDÁK	1984
193		Coenochloris/Eutetramor	Chlorococ	Chloro		KF1983		Sphaerocystis-Formenkreis		
76		Coenocystis	Chlorococ	Chloro		KF1983:408		Sphaerocystis-Formenkreis	KORSHIKOV	1953
194	7569	Coenocystis planctonica	Chlorococ	Chloro		KF1983:408		Sphaerocystis-Formenkreis	KORSHIKOV	1953
195	7121	Colacium	Euglenales	Eugl		HPI1955		Colacium	EHRENBERG	1834
1238	17160	Coronastrum	Chlorococ	Chloro		KF1983:750		Coronastrum	THOMPSON	1938
196	17161	Coronastrum ellipsoideum	Chlorococ	Chloro		KF1983:751		Coronastrum	FOTT	1947
2008	16772	Coscinodiscus	Centrales	Bacill		Pankow1990:97		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1839
2018	16802	Coscinodiscus radiatus	Centrales	Bacill		Pankow1990:99		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1840
206	7028	Cosmarium	Desmidiiales	Conju		F61982:151		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	CORDA ex RALFS	1848
198	7778	Cosmarium bioculatum	Desmidiiales	Conju		F61982:169	×	Cosmarium bioculatum	(BRÉBISSE) ex RALFS	1848
199	7943	Cosmarium depressum	Desmidiiales	Conju		F61982:196	×	Cosmarium depressum	(NÄGELI) LUNDELL	1871
200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Desmidiiales	Conju		F61982:197	×	Cosmarium depressum	REVERDIN	1919
201	7215	Cosmarium formosulum	Desmidiiales	Conju		F61982:204		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	HOFF in NORDSTEDT	1888
1226	17163	Cosmarium holmiense var. integrum	Desmidiiales	Conju		F61982:208		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	P. LUNDELL	1871
202	7216	Cosmarium humile	Desmidiiales	Conju		F61982:209		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	(GAY) NORDSTEDT in DE TONI	1898
914	17164	Cosmarium impressulum f. minor	Desmidiiales	Conju		F61982:212 (als Cosma- rium impressulum var. sub- orthogonium)		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	CROASDALE	1956
915	7365	Cosmarium obtusatum	Desmidiiales	Conju		F61982:228		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	(SCHMIDLE) SCHMIDLE	1898

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
203	7366	Cosmarium ornatum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:232		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	RALFS ex RALFS	1848
867	17165	Cosmarium phaselus	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:237		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	BRÉBISSEON ex RALFS	1848
916	7602	Cosmarium protractum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:241		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	(NÄGEL) DE BARY	1858
917	17018	Cosmarium punctulatum var. subpunctulatum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:251		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	BRÉBISSEON	1856
204	17166	Cosmarium pygmaeum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:252		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	W. ARCHER	1864
205	7368	Cosmarium reniforme	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:264		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	(RALFS) ARCHER	1874
207	7775	Cosmarium subcostatum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:271		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	NORDSTEDT in NORDSTEDT & WITTROCK	1876
208	17167	Cosmarium subcrenatum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:272		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	HANTZSCH in RABENHORST	1868
209	17168	Cosmarium subprotumidum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:274		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	NORDSTEDT	1876
1284	17431	Cosmarium tinctum	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:284		Cosmarium, o. C. bioculatum u. depressum	RALFS	1848
1285	17110	Cosmocladium	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:146		Cosmocladium	BRÉBISSEON	1856
213	7942	Crucigenia	Chlorococcc	Chloro		KF1983:786	×	Crucigenia, o. quadrata u. tetrapedia	MORREN	1830
1160		Crucigenia/Crucigeniella	Chlorococcc	Chloro		KF1983		Crucigenia oder Crucigeniella	(SCHMIDLE) SCHMIDLE	
210	7218	Crucigenia fenestrata	Chlorococcc	Chloro		KF1983:787	×	Crucigenia, o. quadrata u. tetrapedia		1900
212	7219	Crucigenia quadrata	Chlorococcc	Chloro		KF1983:788	×	Crucigenia quadrata	MORREN	1830
214	7031	Crucigenia tetrapedia	Chlorococcc	Chloro		KF1983:787	×	Crucigenia tetrapedia	(KIRCHNER) W. & G. S. WEST	1902
218	7127	Crucigeniella	Chlorococcc	Chloro		KF1983:778		Crucigeniella, o. apiculata u. rectangularis	LEMMERMANN	1900
215	7301	Crucigeniella apiculata	Chlorococcc	Chloro		KF1983:782	×	Crucigeniella apiculata	(LEMMERMANN) KOMÁREK	1974
969	7941	Crucigeniella crucifera	Chlorococcc	Chloro		KF1983:780		Crucigeniella, o. apiculata u. rectangularis	(WOLLE) KOMÁREK	1974
907	7410	Crucigeniella neglecta	Chlorococcc	Chloro		KF1983:780		Crucigeniella, o. apiculata u. rectangularis	(FOTT & ETTL) KOMÁREK	1974
216	7940	Crucigeniella pulchra	Chlorococcc	Chloro		KF1983:782		Crucigeniella, o. apiculata u. rectangularis	(W. & G. S. WEST) KOMÁREK	1974
217	7812	Crucigeniella rectangularis	Chlorococcc	Chloro		KF1983:779	×	Crucigeniella rectangularis	(NÄGEL) KOMÁREK	1974
1234	17465	Cryptaulaxoides	HF	HF	ja	HP1950(1968)		Heterotrophe Flagellaten	NOVARINO	1996
242	7032	Cryptomonas	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
231	7032	Cryptomonas <10 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
232	7032	Cryptomonas 10–15 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
233	7032	Cryptomonas 15–20 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
234	7032	Cryptomonas 20–25 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
235	7032	Cryptomonas 25–30 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38		Cryptomonas, ohne >30 µm	EHRENBERG	1832
236	7032	Cryptomonas 30–35 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 30–35 µm	EHRENBERG	1832
237	7032	Cryptomonas 35–40 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 35–40 µm	EHRENBERG	1832
238	7032	Cryptomonas 40–45 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 40–45 µm	EHRENBERG	1832
239	7032	Cryptomonas 45–50 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 45–50 µm	EHRENBERG	1832
240	7032	Cryptomonas 50–55 µm	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 50–55 µm	EHRENBERG	1832

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
241	7032	Cryptomonas 55–60 µm	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas 55–60 µm	EHRENBERG	1832
219	7963	Cryptomonas caudata	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):54		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SCHILLER	1929
220	7398	Cryptomonas curvata	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):55	×	Cryptomonas curvata	EHRENBERG em. PENARD	1932 em. 1922
221	7966	Cryptomonas erosa	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):51	×	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	EHRENBERG	1838
222		Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):38	×	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	EHRENBERG	1832
223	7926	Cryptomonas marssonii	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):58		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SKUJA	1948
224	7515	Cryptomonas obovata	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):51		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SKUJA	1948
225	7965	Cryptomonas ovata	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):46	×	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	EHRENBERG	1838
226	7414	Cryptomonas phaseolus	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):50	×	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	SKUJA	1948
1013	7603	Cryptomonas platyuris	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):56		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SKUJA	1948
1224	17432	Cryptomonas pusilla	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):55		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	H. BACHMANN	1923
227	17022	Cryptomonas reflexa	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):59		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SKUJA	1948
228	7220	Cryptomonas rostratiformis	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):55	×	Taxon ID nicht mehr verwenden; nach ID220	SKUJA	1948
229		Cryptomonas rubra	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):38		Taxon ID nicht mehr verwenden; marines Taxon!	ROUKHIYAINEN	1967
243	17169	Cryptomonas tenuis	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):58		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	PASCHER	1913
1233	7874	Cryptomonas tetrapyrenoidosa	Cryptomonas	Crypt		HP1950(1968):62		Cryptomonas, o. C. erosa, ovata, phaseolus u. curvata (Syn C. rostratiformis)	SKUJA	1948
246	8835	Cyanodictyon	Chroococca	Cyano		KAI9/1:57	×	Cyanodictyon	PASCHER	1914
244	8209	Cyanodictyon imperfectum	Chroococca	Cyano		KAI9/1:58	×	Cyanodictyon	CRONBERG & WEIBULL	1981
245	8834	Cyanodictyon planctonicum	Chroococca	Cyano		KAI9/1:60	×	Cyanodictyon	B. MEYER	1994
1287	8221	Cyanodictyon reticulatum	Chroococca	Cyano		KAI9/1:60	×	Cyanodictyon	(LEMMERMANN) GEITLER	1925
80	8833	Cyanogranis	Chroococca	Cyano		KAI9/1:52		Chroococcales	HINDÁK	1982
1247	8832	Cyanogranis ferruginea	Chroococca	Cyano		KAI9/1:52		Chroococcales	(WAWRIK) HINDÁK	1982
98	8831	Cyanonephron	Chroococca	Cyano		KAI9/1:67		Cyanonephron	B. HICKEL	1985
947	8830	Cyanonephron styloides	Chroococca	Cyano		KAI9/1:67		Cyanonephron	B. HICKEL	1985
1243	8222	Cyanotheca major	Chroococca	Cyano		KAI9/1:50		Cyanotheca	(SCHRÖTER) KOMÁREK	1976
1235	7100	Cyathomonas truncata	Cryptomonas	Crypt	ja	HP1950(1968)		Heterotrophe Flagellaten	(FRESINIUS) C. FISCH	1885
249	6220	Cyclostephanos	Centrales	Bacill		KL2/3:61		Cyclostephanos, o. Indikatortaxa oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	ROUND	1988
1260	16791	Cyclostephanos delicatus	Centrales	Bacill		Casper & Scheffler (1990):287–298		Cyclostephanos, o. dubius u. invisitatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER	1990

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung		Jahr
									Acanthoceras zachariasii		
247	6943	Cyclostephanos dubius	Centrales	Bacill		KL2/3:64 (als C.d. (Fricke) Round)	×	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND		1988
248	6177	Cyclostephanos invisitatus	Centrales	Bacill		KL2/3:63	×	Cyclostephanos invisitatus	(M. H. HOHN & HELLERMAN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON		1987
265	6146	Cyclotella	Centrales	Bacill		KL2/3:40		Cyclotella, o. Indikatortaxa oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	(KÜTZING) BRÉBISSON		1838
250	6178	Cyclotella atomus	Centrales	Bacill		KL2/3:53		Cyclotella, o. Indikatortaxa	HUSTEDT		1937
251	6144	Cyclotella bodanica	Centrales	Bacill		KL2/3:54	×	Cyclotella bodanica	GRUNOW		1878
1028	16803	Cyclotella choctawhatcheeana	Centrales	Bacill		KL2/3:47 (als Cyclotella hakanssoniae)		Cyclotella, o. Indikatortaxa	A. K. S. PRASAD		1990
252	6929	Cyclotella comensis	Centrales	Bacill		KL2/3:53	×	Cyclotella comensis	GRUNOW		1882
254	16185	Cyclotella cyclopuncta	Centrales	Bacill		KL2/3:52	×	Cyclotella cyclopuncta	HAKANSSON & J. R. CARTER		1990
255	16099	Cyclotella delicatula	Centrales	Bacill		KL2/3:53	×	Cyclotella delicatula	HUSTEDT		1952
256	6179	Cyclotella distinguenda	Centrales	Bacill		KL2/3:43	×	Cyclotella distinguenda	HUSTEDT		1926
257	6731	Cyclotella distinguenda var. unipunctata	Centrales	Bacill		KL2/3:44	×	Cyclotella distinguenda	(HUSTEDT) HAKANSSON & J. R. CARTER		1990
258	6308	Cyclotella glomerata	Centrales	Bacill		KL2/3:51	×	Cyclotella glomerata	BACHMANN		1911
870	6733	Cyclotella krammeri	Centrales	Bacill		KL2/3:60	×	Cyclotella krammeri	HAKANSSON		1990
260	6002	Cyclotella meneghiniana	Centrales	Bacill		KL2/3:44	×	Cyclotella meneghiniana	KÜTZING		1844
261	6936	Cyclotella ocellata	Centrales	Bacill		KL2/3:51	×	Cyclotella ocellata	PANTOCSEK		1901
262	6945	Cyclotella pseudostelligera	Centrales	Bacill		KL2/3:51	×	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT		1939
263	16189	Cyclotella quadri-juncta	Centrales	Bacill		KL2/3:58		Cyclotella, o. Indikatortaxa	(SCHROETER) VON KEISSLER		1910
264	6204	Cyclotella radiosa	Centrales	Bacill		KL2/3 (nur 1. Aufl. 1991):57	×	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN		1900
266	6944	Cyclotella stelligera	Centrales	Bacill		KL2/3:50		Cyclotella, o. Indikatortaxa	CLEVE & GRUNOW		1881
1222	16192	Cyclotella striata	Centrales	Bacill		KL2/3:46		Cyclotella, o. Indikatortaxa	(KÜTZING) GRUNOW		1880
1324		Cyclotella tenuistriata	Centrales	Bacill		KL2/3:59 (als C. glabriuscula)		Cyclotella, o. Indikatortaxa	HUSTEDT		1952
872	16804	Cyclotella tripartita	Centrales	Bacill		KL2/3:49	×	Cyclotella tripartita	HAKANSSON		1990
107	8829	Cylindropspermopsis	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:15		Cylindropspermopsis, o. C. raciborskii	SEENAYYA & SUBBARAJU		1972
267	8828	Cylindropspermopsis raciborskii	Nostocales	Cyano		IKSEI1999:41	×	Cylindropspermopsis raciborskii	(WOLOSZYNSKA) SEENAYYA & SUBBARAJU		1972
949	6205	Cymatopleura	Pennales	Bacill		KL2/2:168		Cymatopleura, o. C. solea	W. SMITH		1851
268	6057	Cymatopleura elliptica	Pennales	Bacill		KL2/2:170		Cymatopleura, o. C. solea	(BRÉBISSON) W. SMITH		1851
269	6031	Cymatopleura solea	Pennales	Bacill		KL2/2:168	×	Cymatopleura solea	(BRÉBISSON) W. SMITH		1851
273	6157	Cymbella	Pennales	Bacill		KL2/1:300		Cymbella	C. AGARDH		1830
270	6184	Cymbella helvetica	Pennales	Bacill		KL2/1:324		Cymbella	KÜTZING		1844
271	6062	Cymbella lanceolata	Pennales	Bacill		KL2/1:319		Cymbella	(C. AGARDH) C. AGARDH		1830
272	6040	Cymbella prostrata	Pennales	Bacill		KL2/1:312		Cymbella	(BERKELEY) CLEVE		1894

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
1162	6898	Cymbella silesiaca	Pennales	Bacill		KL2/1:304		Cymbella	BLEISCH	1865
1163	6065	Cymbella sinuata	Pennales	Bacill		KL2/1:341		Cymbella	GREGORY	1856
274	6004	Cymbella ventricosa	Pennales	Bacill		KL2/1:304 (als C. silesiaca), 305 (als C. minuta)		Cymbella	(KÜTZING) KÜTZING, nom. inval., non (C. AGARDH) C. AGARDH 1830	1848
918	7516	Cystodinium	Dinococcales	Dino		PP1990:110		Dinophyceae, o. die Indikatorata dieser Klasse	KLEBS	1912
2038	16831	Delphineis surirella	Pennales	Bacill		Pankow1990:151		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) G. W. ANDREWS	1981
277	7625	Desmarella	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986:428		Heterotrophe Flagellaten	KENT	1878
276	7640	Desmarella moniliformis	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986:430		Heterotrophe Flagellaten	KENT	1878
278	17170	Desmatriactum	Chlorococc	Chloro		KF1983:257		Desmatriactum	W. & G. S. WEST	1902
282	6147	Diatoma	Pennales	Bacill		KL2/3:93		Diatoma, o. D. tenuis u. vulgaris	BORY DE SAINT VINCENT	1824
279	6208	Diatoma ehrenbergii	Pennales	Bacill		KL2/3:97		Diatoma, o. D. tenuis u. vulgaris	KÜTZING	1848
281	6167	Diatoma hyemalis	Pennales	Bacill		KL2/3:99		Diatoma, o. D. tenuis u. vulgaris	(ROTH) HEIBERG	1863
1016	6949	Diatoma mesodon	Pennales	Bacill		KL2/3:100		Diatoma, o. D. tenuis u. vulgaris	KÜTZING	1844
1164	6209	Diatoma moniliformis	Pennales	Bacill		KL2/3:98		Diatoma, o. D. tenuis u. vulgaris	KÜTZING	1833
283	6210	Diatoma tenuis	Pennales	Bacill		KL2/3:97	×	Diatoma tenuis	C. AGARDH	1812
284	6006	Diatoma vulgaris	Pennales	Bacill		KL2/3:95	×	Diatoma vulgaris	BORY DE SAINT VINCENT	1824
162	17171	Dicellula	Chlorococc	Chloro		KF1983:336		Dicellula	SVIRENKO	1926
970	7774	Dicellula planctonica	Chlorococc	Chloro		KF1983:337 (heterotyp. Syn. von D. planctonica?)		Dicellula	SVIRENKO	1926
286	17172	Dichotomococcus	Mischococc	Xanth		KF1983:360		Dichotomococcus	KORSHIKOV	1928
285	7418	Dichotomococcus curvatus	Mischococc	Xanth		KF1983:361		Dichotomococcus	KORSHIKOV	1939
2040	17474	Dictyocha speculum	Dictyochales	Dicty		Pankow1990:71		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1839
290	7939	Dictyosphaerium	Chlorococc	Chloro		KF1983:346		Dictyosphaerium, o. ehrenbergianum, pulchellum u. tetrachotomum	NÄGELI	1849
287	7419	Dictyosphaerium chlorelloides	Chlorococc	Chloro		KF1983:352		Dictyosphaerium, o. ehrenbergianum, pulchellum u. tetrachotomum	(NAUMANN) KOMÁREK & PERMAN	1978
288	7837	Dictyosphaerium ehrenbergianum	Chlorococc	Chloro		KF1983:356	×	Dictyosphaerium ehrenbergianum	NÄGELI	1849
289	7033	Dictyosphaerium pulchellum	Chlorococc	Chloro		KF1983:354	×	Dictyosphaerium pulchellum	WOOD	1872
971	17173	Dictyosphaerium subsolitarium	Chlorococc	Chloro		KF1983:350		Dictyosphaerium, o. ehrenbergianum, pulchellum u. tetrachotomum	GOOR	1924
291	7233	Dictyosphaerium tetrachotomum	Chlorococc	Chloro		KF1983:355	×	Dictyosphaerium tetrachotomum	PRINTZ	1914
294	7715	Didymocystis	Chlorococc	Chloro		KF1983:806		Didymocystis	KORSHIKOV	1953
292	7836	Didymocystis bicellularis	Chlorococc	Chloro		KF1983:807		Didymocystis	(CHODAT) KOMÁREK	1973
1056	17174	Didymocystis lineata	Chlorococc	Chloro		KF1983:810		Didymocystis	KORSHIKOV	1953
950	7420	Didymocystis planctonica	Chlorococc	Chloro		KF1983:808		Didymocystis	KORSHIKOV	1953
1038	7129	Didymogenes	Chlorococc	Chloro		KF1983:776		Didymogenes	SCHMIDLE	1905
972	7747	Didymogenes palatina	Chlorococc	Chloro		KF1983:776		Didymogenes	SCHMIDLE	1905

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
306	7078	Dinobryon	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:224	(×)	Dinobryon, o. bavaricum, crenulatum, cylindricum, divergens, sertularia u. sociale	EHRENBURG	1834
873	17082	Dinobryon acuminatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:228		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	RUTTNER	1913
295	17070	Dinobryon attenuatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:230		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	(HILLIARD) HILLIARD	1971
296	7925	Dinobryon bavaricum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:237	×	Dinobryon bavaricum	IMHOF	1890
297	7400	Dinobryon crenulatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:228	×	Dinobryon crenulatum	W. & G. S. WEST	1909
298	7938	Dinobryon cylindricum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:231	×	Dinobryon cylindricum	IMHOF	1890
299	7937	Dinobryon divergens	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:237	×	Dinobryon divergens	IMHOF	1890
300	7591	Dinobryon divergens var. schauinslandii	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:237	×	Dinobryon divergens	(LEMMERMANN) BRUNNTHALER	1901
842	17175	Dinobryon eurystoma	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:226		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	(A. STOKES) LEMMERMANN	1901
874	17097	Dinobryon pediforme	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:237		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	(LEMMERMANN) STEINECKE	1916
301	7592	Dinobryon petiolatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:226		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	DUJARDIN	1941
302	7221	Dinobryon sertularia	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:231	×	Dinobryon sertularia	EHRENBURG	1835
303	7884	Dinobryon sociale	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:234	×	Dinobryon sociale	EHRENBURG	1835
304	7808	Dinobryon sociale var. americana	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:235	×	Dinobryon sociale	(BRUNNTHALER) BACHMANN	1901
305	7143	Dinobryon sociale var. stipitatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:234	×	Dinobryon sociale	(F. STEIN) LEMMERMANN	1910
1017	7435	Dinobryon spirale	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:229		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	IVANOV	1899
1228	17176	Dinobryon stipitatum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:234 (als Dinobryon sociale var. stipitatum)		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	F. STEIN	1878
307	7593	Dinobryon suecicum	Ochromonad	Chrys		Starmachl986:229		Dinobryon, o. 6 Indikatorarten	LEMMERMANN	1904
163	17177	Diplochloris	Chlorococc	Chloro		KFI983:672		Diplochloris	KORSHIKOV	1939
308	17178	Diplochloris lunata	Chlorococc	Chloro		KFI983:675		Diplochloris	(FOTT) FOTT	1979
875	6869	Diploneis	Pennales	Bacill		KL2/1:283		Diploneis	EHRENBURG ex CLEVE	1894
1289		Diplopsalis	Peridinales	Dino		PP1990:213		Diplopsalis	BERGH	1881
2022	16832	Ditylum	Centrales	Bacill		Pankow1990:124		Taxa in Küstengewässern	BAILEY ex L. W. BAILEY	1861
2009	16833	Ditylum brightwellii	Centrales	Bacill		Pankow1990:124		Taxa in Küstengewässern	(T. WEST) GRUNOW	1885
1290	17448	Dunaliella	Dunaliellales	Prasi		Ettl1983		Dunaliella	THEODORESCO	1904
2041	17473	Ebria tripartita	Ebriales	Ebrio		Pankow1990:343		Taxa in Küstengewässern	(SCHUMANN) LEMMERMANN	1899
313	7923	Elakatothrix	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:439	×	Elakatothrix, o. E. viridis	WILLE	1898
311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:439	×	Elakatothrix gelatinosa	WILLE	1898
312	17179	Elakatothrix genevensis	Ulotrichales	Ulvo		Hindák1962:287	×	Elakatothrix genevensis	(REVERDIN) HINDÁK	1962
908		Elakatothrix lacustris	Ulotrichales	Ulvo		Hindák1962:287 (als E. genevensis)	×	Taxon ID nicht mehr verwenden = ID 312	KORSHIKOV	1953
1218	7302	Elakatothrix viridis	Ulotrichales	Ulvo		KFI983:651		Elakatothrix viridis	(SNOW) PRINTZ sensu SKUJA	1948
1165	16771	Entomoneis	Pennales	Bacill		KL2/1:438		Entomoneis	EHRENBURG	1845
1046	16218	Entomoneis costata	Pennales	Bacill		KL2/1:439		Entomoneis	(HUSTEDT) REIMER	1975

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
314	7594	Epipyxis	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:245		Epipyxis	EHRENBERG	1838
315	6814	Epithemia	Pennales	Bacill		KL2/2:145		Epithemia	KÜTZING	1844
919	6350	Epithemia argus	Pennales	Bacill		KL2/2:147		Epithemia	(EHRENBERG) KÜTZING	1844
316	17180	Erkenia	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:194		Erkenia oder Chrysochromulina	SKUJA	1948
317	7168	Erkenia subaequiciliata	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:194		Erkenia oder Chrysochromulina	SKUJA	1948
318		Erkenia subaequiciliata / Chrysochromulina parva	unbest. Algen	divers		Starmach1986		Erkenia oder Chrysochromulina		
319	7753	Euastrum	Desmidiatales	Conju		Föl1982:303		Euastrum	EHRENBERG ex RALFS	1848
2023	16834	Eucampia	Centrales	Bacill		Pankow1990:109		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1839
2017	16835	Eucampia zodiacus	Centrales	Bacill		Pankow1990:109		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1840
230	8827	Eucapsis	Chroococca	Cyano		KAI9/1:266		Eucapsis	CLEMENTS & SHANTZ	1909
876	8826	Eucapsis alpina	Chroococca	Cyano		KAI9/1:267		Eucapsis	CLEMENTS & SHANTZ	1909
321	7570	Eudorina	Volvocales	Chloro		Ettl1983:749		Eudorina, o. E. elegans	EHRENBERG	1831
320	7035	Eudorina elegans	Volvocales	Chloro		Ettl1983:750	×	Eudorina elegans	EHRENBERG	1831
326	7016	Euglena	Euglenales	Eugl		HP1955:6	×	Euglena, o. E. acus gracilis, hemimicromata und pisci-formis	EHRENBERG	1830
322	7037	Euglena acus	Euglenales	Eugl		HP1955:96		Euglena acus	EHRENBERG	1830
323	7854	Euglena ehrenbergii	Euglenales	Eugl		HP1955:69	×	Euglena ehrenbergii	KLEBS	1883
324	7038	Euglena gracilis	Euglenales	Eugl		HP1955:71		Euglena gracilis	KLEBS	1883
1261	7993	Euglena hemichromata	Euglenales	Eugl		HP1955:56		Euglena hemichromata	SKUJA	1948
998	7041	Euglena oxyuris	Euglenales	Eugl		HP1955:65	×	Euglena oxyuris	SCHMARDT	1846
325	7102	Euglena pisciformis	Euglenales	Eugl		HP1955:41		Euglena pisciformis	KLEBS	1883
973	7043	Euglena tripteris	Euglenales	Eugl		HP1955:62	×	Euglena tripteris	(DUJARDIN) KLEBS	1883
327	7857	Euglena variabilis	Euglenales	Eugl		HP1955:73	×	Euglena variabilis	KLEBS	1883
328	7006	Euglena viridis	Euglenales	Eugl		HP1955:44	×	Euglena viridis	EHRENBERG	1830
330	6998	Eunotia	Pennales	Bacill		KL2/3:169		Eunotia	EHRENBERG	1837
329	6886	Eunotia arcus	Pennales	Bacill		KL2/3:184		Eunotia	EHRENBERG	1837
1166	6213	Eunotia bilunaris	Pennales	Bacill		KL2/3:179		Eunotia	(EHRENBERG) SCHAARSCHMIDT	1880
332	7167	Eutetramorus	Chlorococc	Chloro		KFI983:402		Sphaerocystis-Formenkreis	WALTON	1918
331	7834	Eutetramorus fottii	Chlorococc	Chloro		KFI983:406		Sphaerocystis-Formenkreis	(HINDAK) KOMÁREK	1979
974	17181	Eutetramorus planctonicus	Chlorococc	Chloro		KFI983:406		Sphaerocystis-Formenkreis	(KORSHIKOV) BOURRELLY	1964
333		Eutetramorus/Sphaerocystis	Chlorococc	Chloro		KFI983		Sphaerocystis-Formenkreis		
2042	17443	Eutreptia	Euglenales	Eugl		HP1955:399		Taxa in Küstengewässern	PERTY	1852
2043	17444	Eutreptiella marina	Euglenales	Eugl		HP1955:399		Taxa in Küstengewässern	A. M. CUNHA	1913
347	6161	Fragilaria	Pennales	Bacill		KL2/3:113		Fragilaria o. capucina, construens, crotonensis, cyclopum, o. E.-ulna-Sippen	LYNGBYE	1819

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung Acanthoceras zachariasii	Jahr
334	6077	Fragilaria arcus	Pennales	Bacill		KLB2/3:134		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(EHRENBERG) CLEVE	1898
335	6235	Fragilaria berolinensis	Pennales	Bacill		KLB2/3:161		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(LEMMERMANN) LANGE-BERTALOT	1993
1167	6385	Fragilaria bicapitata	Pennales	Bacill		KLB2/3:141		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	A. MAYER	1916
1168	6388	Fragilaria brevistriata	Pennales	Bacill		KLB2/3:162		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	GRUNOW	1881
336	6033	Fragilaria capucina	Pennales	Bacill		KLB2/3:121	×	Fragilaria capucina	DESMAZIERES	1825
337	6395	Fragilaria-capucina-radians-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/3:122	×	Fragilaria capucina	KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1950
338	6392	Fragilaria capucina var. gracilis	Pennales	Bacill		KLB2/3:123	×	Fragilaria capucina	(OESTRUP) HUSTEDT	1993
339	6396	Fragilaria capucina var. rumpens	Pennales	Bacill		KLB2/3:122		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(KÜTZING) LANGE-BERTALOT	1993
1169	6186	Fragilaria capucina var. vaucheriae	Pennales	Bacill		KLB2/3:124	×	Fragilaria capucina	(KÜTZING) LANGE-BERTALOT	1981
341	6034	Fragilaria construens	Pennales	Bacill		KLB2/3:153	×	Fragilaria construens	(EHRENBERG) GRUNOW	1862
1170	6828	Fragilaria construens f. venter	Pennales	Bacill		KLB2/3:153	×	Fragilaria construens	(EHRENBERG) HUSTEDT	1957
342	6075	Fragilaria crotonensis	Pennales	Bacill		KLB2/3:130	×	Fragilaria crotonensis	KITTON	1869
343	6398	Fragilaria cyclopus	Pennales	Bacill		KLB2/3:134	×	Fragilaria cyclopus	(BRUTSCHY) LANGE-BERTALOT	1981
1171	6915	Fragilaria famelica	Pennales	Bacill		KLB2/3:128		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(KÜTZING) LANGE-BERTALOT	1981
344	6234	Fragilaria fasciculata	Pennales	Bacill		KLB2/3:150		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(C. AGARDH) LANGE-BERTALOT	1981
345	6405	Fragilaria nanana	Pennales	Bacill		KLB2/3:130		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	LANGE-BERTALOT	1993
1173	6237	Fragilaria parasitica	Pennales	Bacill		KLB2/3:133		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(W. SMITH) GRUNOW	1881
909	6078	Fragilaria pinnata	Pennales	Bacill		KLB2/3:156		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	EHRENBERG	1843
1174	6238	Fragilaria pulchella	Pennales	Bacill		KLB2/3:148		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(RALFS) LANGE-BERTALOT	1981
346	6215	Fragilaria reicheltii	Pennales	Bacill		KLB2/3:132		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(VOIGT) LANGE-BERTALOT	1993
1246	6409	Fragilaria tenera	Pennales	Bacill		KLB2/3:129		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	(W. SMITH) LANGE-BERTALOT	1981
348	6239	Fragilaria ulna	Pennales	Bacill		KLB2/3:143	×	Fragilaria ulna var. ulna oder var. danica oder var. acus	(NITZSCH) LANGE-BERTALOT	1981
349	6410	Fragilaria-ulna-angustissima-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/3:144	×	Fragilaria-ulna-angustissima-Sippen	SENSU KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1991
350	6779	Fragilaria-ulna-danica-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/3:144	×	Fragilaria-ulna-danica-Sippen	SENSU KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1991
351	6233	Fragilaria ulna var. acus	Pennales	Bacill		KLB2/3:144 (als „acus-Sippen“)		Fragilaria ulna var. acus	(KÜTZING) LANGE-BERTALOT	1981
352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	Pennales	Bacill		KLB2/3:143 (als „ulna-Sippen sensu lato“)	×	Fragilaria ulna var. ulna	(NITZSCH) LANGE-BERTALOT	1981
353	6169	Fragilaria virescens	Pennales	Bacill		KLB2/3:135		Fragilaria, o. 5 Indikatorarten u. Sippen	RALFS	1843
356	7687	Franceia	Chlorococc	Chloro		KF1983:455		Franceia	LEMMERMANN	1898
354	17182	Franceia droescheri	Chlorococc	Chloro		KF1983:461		Franceia	(LEMMERMANN) G. M. SMITH	1933
355	7206	Franceia ovalis	Chlorococc	Chloro		KF1983:460		Franceia	(FRANCE) LEMMERMAN	1898
1110	6079	Frustulia vulgaris	Pennales	Bacill		KLB2/1:260		Frustulia	(THWAITES) DE TONI	1891
357	17183	Fusola	Ulotrichales	Ulvo		KF1983:522		Fusola	J. SNOW	1902
259	7354	Geminella	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:440		Geminella	TURPIN	1828
1229	7355	Geminella interrupta	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:440		Geminella	(TURPIN) LAGERHEIM	1883

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
360	7437	Gloeococcus	Tetrasporales	Chloro		EG1988:75		Gloeococcus	A. BRAUN	1851
361	7222	Gloeocystis	Chlorococc	Chloro		KF1983:420		Gloeocystis	NÄGELI	1849
362	17048	Gloeocystis vesiculosa	Chlorococc	Chloro		KF1983:421		Gloeocystis	NÄGELI	1849
364	7919	Gloeotila	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:442		Gloeotila	KÜTZING	1843
951	17184	Gloeotila pelagica f. spiralis	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002		Gloeotila	SKUJA	1956
781	17466	Gloeotila substricta	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002		Gloeotila	(G. S. WEST) PRINTZ	1964
365	8180	Gloeotrichia echinulata	Cyano_div	Cyano		IKSEI1999:40	×	Gloeotrichia echinulata	(J. E. SMITH) P. G. RICHTER	1894
367	17185	Golenkinia	Chlorococc	Chloro		KF1983:278		Golenkinia radiata	CHODAT	1894
366	7223	Golenkinia radiata	Chlorococc	Chloro		KF1983:279	×	Golenkinia radiata	CHODAT	1894
368	17073	Golenkinopsis	Chlorococc	Chloro		KF1983:328		Golenkinopsis	KORSHIKOV	1953
369	6794	Gomphonema	Pennales	Bacill		KL2/1:352		Gomphonema/Rhoicosphenia	EHRENBERG	1832
1175	6428	Gomphonema micropus	Pennales	Bacill		KL2/4:396: pl. 74, fig. 1-14		Gomphonema/Rhoicosphenia	KÜTZING	1844
1176	6912	Gomphonema minutum	Pennales	Bacill		KL2/1:370; KL2/4:410: pl. 81, fig. 1-5		Gomphonema/Rhoicosphenia	(C. AGARDH) C. AGARDH	1831
1177	6867	Gomphonema olivaceum	Pennales	Bacill		KL2/1:374; KL2/4:424: pl. 88, fig. 10-13		Gomphonema/Rhoicosphenia	(HORNE-MANN) BRÉBISSE	1838
1178	6158	Gomphonema parvulum	Pennales	Bacill		KL2/1:358		Gomphonema/Rhoicosphenia	(KÜTZING) KÜTZING	1849
1179	6437	Gomphonema pumilum	Pennales	Bacill		KL2/4:418: pl. 85, fig. 13-19		Gomphonema/Rhoicosphenia	(GRUNOW) E. REICHARDT & LANGE-BERTALOT	1991
375	8989	Gomphosphaeria	Chroococca	Cyano		KAI9/1:215	×	Gomphosphaeria	KÜTZING	1836
370	8119	Gomphosphaeria aponina	Chroococca	Cyano		KAI9/1:221	×	Gomphosphaeria	KÜTZING	1836
975	8825	Gomphosphaeria natans	Chroococca	Cyano		KAI9/1:218	×	Gomphosphaeria	KOMÁREK & HINDÁK	1988
376	17186	Gonatozygon	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:42		Gonatozygon	DE BARY	1856
1018	7142	Gonatozygon kinahanii	Desmidiaceae	Conju		Fö1982:45		Gonatozygon	(ARCHER) RABENHORST	1868
977	7918	Goniochloris	Mischococc	Xanth		Ettl1978:226		Goniochloris	GEITLER	1928
377	7295	Goniochloris mutica	Mischococc	Xanth		Ettl1978:230		Goniochloris	(A. BRAUN) FOTT	1960
1181	7859	Goniochloris sculpta	Mischococc	Xanth		Ettl1978:230		Goniochloris	GEITLER	1928
380	7131	Gonium	Volvocales	Chloro		Ettl1983:737		Gonium	O. F. MÜLLER	1773
378	7044	Gonium pectorale	Volvocales	Chloro		Ettl1983:739		Gonium	O. F. MÜLLER	1773
379	7048	Gonium sociale	Volvocales	Chloro		Ettl1983:738		Gonium	(DUJARDIN) WARMING	1876
280	17187	Gonyaulax	Peridinales	Dino		PPI1990:211		Gonyaulax	DIESING	1866
381	17188	Gonyaulax apiculata	Peridinales	Dino		PPI1990:213		Gonyaulax	(PENARD) ENTZ	1904
382	17189	Granulocystis	Chlorococc	Chloro		KF1983:492		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	HINDÁK	1977

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
1182	7259	Granulocystopsis	Chlorococc	Chloro		KFI983:496		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	HINDÁK	1977
978	7261	Granulocystopsis coronata	Chlorococc	Chloro		KFI983:498		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	(LEMMERMANN) HINDÁK	1977
2024	16836	Guinardia	Centrales	Bacill		Pankow1990:104		Taxa in Küstengewässern	H. PERAGALLO	1892
2013	16837	Guinardia delicatula	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(CLEVE) HASLE	1996
2010	16838	Guinardia flaccida	Centrales	Bacill		Pankow1990:104		Taxa in Küstengewässern	(CASTRACANE) H. PERAGALLO	1892
2044	16839	Guinardia striata	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(STOLTERFOTH) HASLE	1996
390	7512	Gymnodinium	Peridinales	Dino		PP1990:99	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	F. STEIN	1878
383	17190	Gymnodinium acuminatum	Peridinales	Dino		PP1990:100	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	CHRISTEN	1954
386	17084	Gymnodinium cnecoides	Peridinales	Dino		PP1990:103	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	T. M. HARRIS	1940
387	17191	Gymnodinium fuscum	Peridinales	Dino		PP1990:105	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	(EHRENBERG) F. STEIN	1878
388	7227	Gymnodinium helveticum	Peridinales	Dino	ja	PP1990		Gymnodinium helveticum	PENARD	1891
877	17192	Gymnodinium lacustre	Peridinales	Dino		PP1990:110	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	J. SCHILLER	1932
389	7153	Gymnodinium lantzschii	Peridinales	Dino		PP1990:110	×	Gymnodinium, o. G. uberrimum u. helveticum	UTERMÖHL	1925
385	17085	Gymnodinium uberrimum	Peridinales	Dino		PP1990:116	×	Gymnodinium uberrimum	(G. J. ALLMAN) KOFOID & SWEZY	1921
1291	17437	Gyrodinium	Peridinales	Dino		Pankow1990:314		Gyrodinium	KOFOID & SWEZY	1921
2045	17438	Gyrodinium spirale	Peridinales	Dino		Pankow1990:316		Taxa in Küstengewässern	(BERGH) KOFOID & SWEZY	1921
1003	17449	Gyromitus cordiformis	HF	HF	ja			Heterotrophe Flagellaten	SKUJA	1948
394	6083	Gyrosigma	Pennales	Bacill		KL2/1:295		Gyrosigma, o. G. attenuatum	HASSALL	1845
392	6036	Gyrosigma acuminatum	Pennales	Bacill		KL2/1:296		Gyrosigma, o. G. attenuatum	(KÜTZING) RABENHORST	1853
393	6041	Gyrosigma attenuatum	Pennales	Bacill		KL2/1:297	(×)	Gyrosigma attenuatum	(KÜTZING) RABENHORST	1853
1183	6443	Gyrosigma nodiferum	Pennales	Bacill		KL2/1:297		Gyrosigma attenuatum	(GRUNOW) REIMER	1966
1062	17075	Haematococcus	Volvocales	Chloro		Ettl1983:666		Gyrosigma, o. G. attenuatum	FLOTOW	1844
310	6993	Hantzschia	Pennales	Bacill		KL2/2:126		Haematococcus	GRUNOW	1877
1063	6084	Hantzschia amphioxys	Pennales	Bacill		KL2/2:128		Hantzschia	(EHRENBERG) GRUNOW	1877
2046	17433	Hemiselmis	Cryptomona	Crypt		Butcher1967		Taxa in Küstengewässern	PARKE	1949
340	17193	Heterocapsa	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinales	F. STEIN	1883
953	17194	Heterocapsa rotundata	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinales	(LOHMANN) G. HANSEN	1995
395	17465	Heterotrophe Flagellaten	HF	HF	ja			Heterotrophe Flagellaten		
979	17195	Hortobagyiella verrucosa	Ultrichales	Ulvo		John et al. 2002		Hortobagyiella	(HEYNIG) HINDÁK	1976
396	8155	Hydrococcus rivularis	Chroococca	Cyano		KAI191:355		Hydrococcus rivularis	KÜTZING	1833
397	7171	Hymenomonas	Pyrmnesiales	Hapto		Starmach1986:474		Hymenomonas	F. STEIN	1878
753	7497	Isthmochloron	Mischococc	Xanth		Ettl1978:244		Isthmochloron	SKUJA	1948
1036	17086	Isthmochloron trispinatum	Mischococc	Xanth		Ettl1978:244		Isthmochloron	(W. & G. S. WEST) SKUJA	1948
403	17472	Katablepharis	Cryptomona	Crypt	ja	HP1950(1968)		Heterotrophe Flagellaten	SKUJA	1939

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
404	7151	Katabapharis ovalis	Cryptomona	Crypt	ja	HP1950(1968)		Heterotrophe Flagellaten	SKUJA	1948
1292	17087	Katodinium	Peridinales	Dino		PP1990:125		Katodinium	FOTT	1947
2047	17439	Katodinium glaucum	Peridinales	Dino		Tomas1996:455		Taxa in Küstengewässern	A. R. LOEBLICH	1965
401	7172	Kephyrion	Chromulina	Chrys		Starmach1986:94		Kephyrion	PASCHER	1911
1219	17196	Kephyrion globosum	Chromulina	Chrys		Starmach1986:105		Kephyrion	(CZOSNOWSKI) BOURRELLY	1957
398	17197	Kephyrion inconstans	Chromulina	Chrys		Starmach1986:104		Kephyrion	(G. SCHMID) BOURRELLY	1957
399	7401	Kephyrion ovale	Chromulina	Chrys		Starmach1986:100		Kephyrion	(LACKEY) HUBER-PESTALOZZI	1941
934	7431	Kephyrion planctonicum	Chromulina	Chrys		Starmach1986:97		Kephyrion	HILLIARD	1967
400	17198	Kephyrion rubri-claustri	Chromulina	Chrys		Starmach1986:101		Kephyrion	W. CONRAD	1939
1220	17199	Kephyrion spirale	Chromulina	Chrys		Starmach1986:103		Kephyrion	(LACKEY) W. CONRAD	1939
402	7432	Kephyrion tubiforme	Chromulina	Chrys		Starmach1986:102		Kephyrion	FOTT	1953
1047		Kephyrion/Pseudokephyrion	Chrys_div	Chrys		Starmach1986		Kephyrion oder Pseudokephyrion		
1138	17200	Keratococcus	Chlorococc	Chloro		KF1983:621		Keratococcus	PASCHER	1915
1137	17201	Keratococcus suecicus	Chlorococc	Chloro		KF1983:625		Keratococcus	HINDÁK	1977
411	7914	Kirchneriella	Chlorococc	Chloro		KF1983:656		Kirchneriella	SCHMIDLE	1893
843	17202	Kirchneriella aperta	Chlorococc	Chloro		KF1983:670		Kirchneriella	TEILING	1912
405	7832	Kirchneriella contorta	Chlorococc	Chloro		KF1983:662		Kirchneriella	(SCHMIDLE) BOHLIN	1897
406	17203	Kirchneriella dianae	Chlorococc	Chloro		KF1983:668		Kirchneriella	(BOHLIN) COMAS	1980
407	7733	Kirchneriella irregularis	Chlorococc	Chloro		KF1983:668		Kirchneriella	(G. M. SMITH) KORSHIKOV	1953
408	7231	Kirchneriella lunaris	Chlorococc	Chloro		KF1983:669		Kirchneriella	(KIRCHNER) MOEBIUS	1894
409	7232	Kirchneriella obesa	Chlorococc	Chloro		KF1983:670		Kirchneriella	(W. WEST) SCHMIDLE	1893
410	17204	Kirchneriella pinguis	Chlorococc	Chloro		KF1983:660		Kirchneriella	HINDÁK	1977
412	7272	Kirchneriella subcapitata	Chlorococc	Chloro		KF1983:664		Kirchneriella	KORSHIKOV	1953
124	7507	Klebsormidium	Klebsormid	Kleb		John et al. 2002:447 (als Klebsormidium)		Chlorormidium	P. C. SILVA, MATTOX & W. H. BLACKWELL	1972
415	7296	Koliella	Ulotrichales	Ulvo		Hindák1963; John et al. 2002:451		Koliella, o. K. longiseta	HINDÁK	1963
413	7713	Koliella longiseta	Ulotrichales	Ulvo		Hindák1963; John et al. 2002:451	×	Koliella longiseta	(VISCHER) HINDÁK	1963
414	7160	Koliella planctonica	Ulotrichales	Ulvo		Hindák1963:106: pl.2, fig.1		Koliella, o. K. longiseta	HINDÁK	1963
980	17450	Koliella spiralis	Ulotrichales	Ulvo		Kuosa1988		Koliella, o. K. longiseta	KUOSA	1988
416	17205	Kolkwitzella acuta	Peridinales	Dino		PP1990:214 (als Diplosa- lis acuta)		Diplosalis	(APSTEIN) ELBRÄCHTER	1993
363	7314	Komarekia	Chlorococc	Chloro		KF1983:753		Komarekia	FOTT	1981
417	7571	Komarekia rotundata	Chlorococc	Chloro		KF1983:754		Komarekia	(TEILING) FOTT	1981
371	8432	Komvophoron	Oscillator	Cyano		KA19/2:327		Komvophoron	ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
418	8423	Komvophoron constrictum	Oscillator	Cyano		KAI9/2:333		Komvophoron	(SZAIFER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
1239	17206	Korshikoviella	Chlorococc	Chloro		KF1983:242		Korshikoviella	P. C. SILVA	1959
419	7572	Korshikoviella limnetica	Chlorococc	Chloro		KF1983:244		Korshikoviella	(LEMMERMANN) P. C. SILVA	1959
954	17207	Kryptoperidinium foliaceum	Peridinales	Dino		PP1990		Kryptoperidinium	(F. STEIN) LINDEMANN	1924
424	7933	Lagerheimia	Chlorococc	Chloro		KF1983:464		Lagerheimia, o. ciliata, genevensis, subsalsa	CHODAT	1895
420	7209	Lagerheimia ciliata	Chlorococc	Chloro		KF1983:468	×	Lagerheimia ciliata	(LAGERHEIM) CHODAT	1895
421	7695	Lagerheimia citrifomis	Chlorococc	Chloro		KF1983:467		Lagerheimia, o. ciliata, genevensis, subsalsa	(SNOW) COLLINS	1909
422	7210	Lagerheimia genevensis	Chlorococc	Chloro		KF1983:474	×	Lagerheimia genevensis	CHODAT	1895
423	17208	Lagerheimia longiseta	Chlorococc	Chloro		KF1983:470		Lagerheimia, o. ciliata, genevensis, subsalsa	(LEMMERMANN) PRINTZ	1914
425	7772	Lagerheimia subsalsa	Chlorococc	Chloro		KF1983:470	×	Lagerheimia subsalsa	LEMMERMANN	1898
426	7234	Lagerheimia wratislaviensis	Chlorococc	Chloro		KF1983:473		Lagerheimia, o. ciliata, genevensis, subsalsa	SCHRÖDER	1897
2048	16840	Lauderia annulata	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	CLEVE	1873
1293	8224	Lemmermanniella pallida	Chroococca	Cyano		KAI9/1:66		Lemmermanniella pallida	(LEMMERMANN) GEITLER	1943
1037	7046	Lepocinclis	Euglenales	Eugl		HP1955:135		Lepocinclis	PERTY	1852
910	7235	Lepocinclis ovum	Euglenales	Eugl		HP1955:149		Lepocinclis	(EHRENBERG) MINKIEWICZ	1898
2049	16841	Leptocylindrus danicus	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	CLEVE	1889
2016	16805	Leptocylindrus minimus	Centrales	Bacill		Pankow1990:92		Taxa in Küstengewässern	GRAN	1915
427	8176	Leptolyngbya tenuis	Oscillator	Cyano		KAI9/2:219	×	Leptolyngbya tenuis	(GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
933	8824	Leptolyngbyoideae	Oscillator	Cyano		KAI9/2:156		Oscillatoriales, o. Limnothrix, Oscillatoria, Plankto-lyngbya, Planktothrix u. Pseudanabaena	ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
2050	17434	Leucocryptos marina	Cryptomona	Crypt		Pankow1990:302		Taxa in Küstengewässern	(BRAARUD) BUTCHER	1967
433	8433	Limnothrix	Oscillator	Cyano		KAI9/2:94		Limnothrix, o. L. planctonica u. redekei	M. E. MEFFERT	1988
520	8204	Limnothrix lauterbornii	Oscillator	Cyano		KAI9/2:100		Limnothrix, o. L. planctonica u. redekei	(SCHMIDLE) ANAGNOSTIDIS	2001
428	8823	Limnothrix meffertae	Oscillator	Cyano		KAI9/2:96		Limnothrix, o. L. planctonica u. redekei	ANAGNOSTIDIS	2001
523	8207	Limnothrix obliqueacuminata	Oscillator	Cyano		KAI9/2:96 (als Limno-thrix obliqueacuminata)		Limnothrix, o. L. planctonica u. redekei	(SKUJA) M. E. MEFFERT	1987
431	8208	Limnothrix planctonica	Oscillator	Cyano		KAI9/2:98	×	Limnothrix planctonica	(WOLOSZYNSKA) M. E. MEFFERT	1988
432	8434	Limnothrix redekei	Oscillator	Cyano		KAI9/2:96	×	Limnothrix redekei	(VAN GOOR) M. E. MEFFERT	1988
434		Limnothrix/Pseudanabaena	Oscillator	Cyano		KAI9/2		Limnothrix oder Pseudanabaena		
2051	16842	Lithodesmium undulatum	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1840
435	7047	Lobomonas	Volvocales	Chloro		Ertl1983:554		Lobomonas	DANGEARD	1898
443	7306	Mallomonas	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:290		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	PERTY	1851
437	7307	Mallomonas acaroides	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:322		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	PERTY em. IVANOV	1851
438	7308	Mallomonas akrokomos	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:311	×	Mallomonas akrokomos	RUTTNER in PASCHER	1913
439	7149	Mallomonas caudata	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:343	×	Mallomonas caudata	IVANOV em. WILLI KRIEGER	1899 em. 1930

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
441	7595	Mallomonas elongata	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:324		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	REVERDIN	1919
932	7309	Mallomonas fastigata	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:336		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	O. ZACHARIAS	1903
1019	7596	Mallomonas minima	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:332		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	REHFOUS	1915
442	7770	Mallomonas schwemmleri	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:306		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	GLENK em. GLENK & FOTT	1956
444	7310	Mallomonas tonsurata	Ochromonad	Chrys		Sarmachi986:322		Mallomonas, o. M. akrokomos u. caudata	TEILING em. WILLI KRIEGER	1913 em. 1930
981	17209	Marvania geminata	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002		Marvania	HINDÁK	1976
445	16566	Mastogloia	Pennales	Bacill		KLB2/1:432		Mastogloia	THWAITES	1856
372	16592	Melosira	Centrales	Bacill		KLB2/3:7		Melosira, o. M. varians	C. AGARDH	1824
955	16284	Melosira lineata	Centrales	Bacill		KLB2/3:10		Melosira, o. M. varians	(DILLWYN) C. AGARDH	1824
446	6005	Melosira varians	Centrales	Bacill		KLB2/3:7	×	Melosira varians	C. AGARDH	1827
373	16567	Meridion	Pennales	Bacill		KLB2/3:101		Meridion circulare	C. AGARDH	1824
447	6026	Meridion circulare	Pennales	Bacill		KLB2/3:101		Meridion circulare	(GREVILLE) C. AGARDH	1831
448	8025	Merismopedia	Chroococca	Cyano		KA19/1:169	×	Merismopedia	MEYEN	1839
879	8993	Merismopedia elegans	Chroococca	Cyano		KA19/1:180	×	Merismopedia	A. BRAUN in KÜTZING	1849
931	8026	Merismopedia glauca	Chroococca	Cyano		KA19/1:177	×	Merismopedia	(EHRENBERG) KÜTZING	1845
920	8822	Merismopedia minima	Chroococca	Cyano		KA19/1:174	×	Merismopedia	BECK	1897
1020	8074	Merismopedia punctata	Chroococca	Cyano		KA19/1:175	×	Merismopedia	MEYEN	1839
449	8977	Merismopedia tenuissima	Chroococca	Cyano		KA19/1:174	×	Merismopedia	LEMMERMANN	1898
451	7132	Micractinium	Chlorococc	Chloro		KF1983:320		Micractinium pusillum	FRESENIUS	1858
450	7242	Micractinium pusillum	Chlorococc	Chloro		KF1983:322	×	Micractinium pusillum	FRESENIUS	1858
1295	8443	Microcrocis	Chroococca	Cyano		KA19/1:185		Microcrocis	P. G. RICHTER	1892
459	8024	Microcystis	Chroococca	Cyano		KA19/1:225		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	KÜTZING ex LEMMERMAN	1907
452	8153	Microcystis aeruginosa	Chroococca	Cyano		KA19/1:232	×	Microcystis aeruginosa	KÜTZING	1845
454	8181	Microcystis firma	Chroococca	Cyano		KA19/1:226		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	(KÜTZING) SCHMIDLE	1902
455	8912	Microcystis flos-aquae	Chroococca	Cyano		KA19/1:228	×	Microcystis flos-aquae	(WITTROCK) KIRCHNER	1900
457	8968	Microcystis incerta	Chroococca	Cyano		KA19/1:151 (als Aphanocapsa incerta)		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	(LEMMERMANN) LEMMERMAN	1907
982	8462	Microcystis natans	Chroococca	Cyano		KA19/1:226		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	LEMMERMANN ex SKUJA	1934
458	8821	Microcystis novacekii	Chroococca	Cyano		KA19/1:230		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	(KOMÁREK) COMPÈRE	1974
1296	8225	Microcystis smithii	Chroococca	Cyano		KA19/1:228		Microcystis, o. M. aeruginosa, flos-aquae, viridis u. wesenbergii	KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS	1995
460	8536	Microcystis viridis	Chroococca	Cyano		KA19/1:230	×	Microcystis viridis	(A. BRAUN) LEMMERMAN	1903

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung		Jahr
									Acanthoceras zachariasii		
462	8710	Microcystis wesenbergii	Chroococca	Cyano		KAI19/1:232	×	Microcystis wesenbergii	(KOMÁREK) KOMÁREK		1968
880	17210	Monallanthus	Mischococc	Xanth		Etl1978:130		Monallanthus	PASCHER		1937
463	17429	Monochrysis parva	Chromulina	Chrys		Starmach1986:81		Monochrysis	SKUJA		1956
473	7916	Monoraphidium	Chlorococc	Chloro		KFI983:628		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
464	7071	Monoraphidium arcuatum	Chlorococc	Chloro		KFI983:634		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(KORSHIKOV) HINDÁK		1970
467	7317	Monoraphidium circinale	Chlorococc	Chloro		KFI983:640		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(NYGAARD) NYGAARD		1979
468	7245	Monoraphidium contortum	Chlorococc	Chloro		KFI983:638		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(THURET) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
1186	7244	Monoraphidium convolutum	Chlorococc	Chloro		KFI983:640		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(CORDA) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
1004	17211	Monoraphidium dybowskii	Chlorococc	Chloro		KFI983:644		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(WOLOSZYŃSKA) HINDÁK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
469	7090	Monoraphidium griffithii	Chlorococc	Chloro		KFI983:632	×	Monoraphidium griffithii	(M. J. BERKELEY) KOMÁRKOVÁ- LEGNEROVÁ		1969
470	7246	Monoraphidium irregulare	Chlorococc	Chloro		KFI983:636		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(W. SMITH) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
471	7913	Monoraphidium komarkovae	Chlorococc	Chloro		KFI983:631	×	Monoraphidium komarkovae	NYGAARD		1979
472	7872	Monoraphidium minutum	Chlorococc	Chloro		KFI983:640	×	Monoraphidium minutum	(NÁGELI) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
1109	7320	Monoraphidium pusillum	Chlorococc	Chloro		KFI983:638		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(PRINTZ) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		1969
474	7247	Monoraphidium tortile	Chlorococc	Chloro		KFI983:631		Monoraphidium, o. M. griffithii, komarkovae u. mi- nutum	(W. & G. S. WEST) KOMÁRKOVÁ- LEGNEROVÁ		1969
384	7627	Monosiga	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	KENT		1878
475	7643	Monosiga ovata	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	KENT		1881
476	7597	Monosiga varians	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	SKUJA		1948
477	7089	Mougeotia	Zygnematal	Conju		Kal984:41	×	Mougeotia	C. AGARDH		1824
478	17212	Mougeotia thylespora	Zygnematal	Conju		Kal984:118	×	Mougeotia	SKUJA		1930
479	17213	Mougeotia viridis	Zygnematal	Conju		Kal984:104	×	Mougeotia	(KÜTZING) WITTRÖCK		1872
486	6990	Navicula	Pennales	Bacill		KL2/1:84		Navicula	BORY DE SAINT VINCENT		1822
1187	6117	Navicula atomus	Pennales	Bacill		KL2/1:216		Navicula	(KÜTZING) GRUNOW		1860
1188	6868	Navicula capitata	Pennales	Bacill		KL2/1:123		Navicula	EHRENBERG		1838
1262	6910	Navicula capitatoradiata	Pennales	Bacill		KL2/1:105		Navicula	H. GERMAIN		1981
881	6010	Navicula cryptocephala	Pennales	Bacill		KL2/1:102		Navicula	KÜTZING		1844
1189	16306	Navicula cryptolyra	Pennales	Bacill		KL2/1:172		Navicula	BROCKMANN		1950
1190	6889	Navicula cryptotenella	Pennales	Bacill		KL2/1:106		Navicula	LANGE-BÉRALOT		1985

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenbewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
983	6015	Navicula gregaria	Pennales	Bacill		KLB2/1:16		Navicula	DONKIN	1861
1191	6833	Navicula halophila	Pennales	Bacill		KLB2/1:126		Navicula	(GRUNOW) CLEVE	1894
930	6864	Navicula lanceolata	Pennales	Bacill		KLB2/1:100		Navicula	(C. AGARDH) EHRENBERG sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1838
1192	6094	Navicula menisculus	Pennales	Bacill		KLB2/1:105		Navicula	SCHUMANN	1867
1194	6095	Navicula minima	Pennales	Bacill		KLB2/1:229		Navicula	GRUNOW	1880
1195	6028	Navicula mutica	Pennales	Bacill		KLB2/1:149		Navicula	KÜTZING	1844
1196	16353	Navicula perminuta	Pennales	Bacill		KLB2/1:112		Navicula	GRUNOW	1880
1197	6100	Navicula protracta	Pennales	Bacill		KLB2/1:163		Navicula	(GRUNOW) CLEVE	1894
482	6101	Navicula pupula	Pennales	Bacill		KLB2/1:189		Navicula	KÜTZING	1844
483	6103	Navicula radiosa	Pennales	Bacill		KLB2/1:98		Navicula	KÜTZING	1844
1198	6534	Navicula recens	Pennales	Bacill		KLB2/1:96		Navicula	(LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	2001
1199	6221	Navicula reichardtiana	Pennales	Bacill		KLB2/4:384: pl.68, fig.10-15		Navicula	LANGE-BERTALOT	1989
484	6104	Navicula reinhardtii	Pennales	Bacill		KLB2/1:120		Navicula	(GRUNOW) GRUNOW	1880
485	6022	Navicula rhynchocephala	Pennales	Bacill		KLB2/1:101		Navicula	KÜTZING	1844
1200	6192	Navicula seminulum	Pennales	Bacill		KLB2/1:230		Navicula	GRUNOW	1860
1201	6873	Navicula slesvicensis	Pennales	Bacill		KLB2/1:102		Navicula	GRUNOW	1880
1202	6896	Navicula subminuscula	Pennales	Bacill		KLB2/1:223		Navicula	MANGUIN	1942
984	6831	Navicula tripunctata	Pennales	Bacill		KLB2/1:95		Navicula	(O. F. MÜLLER) BORY DE SAINT VINCENT	1827
1203	6890	Navicula veneta	Pennales	Bacill		KLB2/1:104		Navicula	KÜTZING	1844
1204	16577	Navicula-viridula-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/1:114: pl.37, fig.1-9		Navicula	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1986
1048	6822	Neidium	Pennales	Bacill		KLB2/1:265		Neidium	PFITZER	1871
391	17214	Neocystis	Chlorococc	Chloro		Hindák1988:65		Neocystis	HINDÁK	1988
882		Neocystis polycocca	Chlorococc	Chloro		KF1983:408 (als Eurettra- morus polycoccus)		Neocystis	HINDÁK	
883		Neocystis/Pseudodictyosphaerium/Choricystis	Chloro_div	Chloro		KF1983		Neocystis oder Pseudodictyosphaerium oder Choricystis		
1057	17215	Neodesmus	Chlorococc	Chloro		KF1983:813		Neodesmus	HINDÁK	1976
985	7321	Neodesmus danubialis	Chlorococc	Chloro		KF1983:813		Neodesmus	HINDÁK	1976
488	17216	Nephrochlamys	Chlorococc	Chloro		KF1983:540		Nephrochlamys	KORSHIKOV	1953
1058	17217	Nephrochlamys allanthoidea	Chlorococc	Chloro		KF1983:541		Nephrochlamys	KORSHIKOV	1953
489	7322	Nephrochlamys subsolitaria	Chlorococc	Chloro		KF1983:540		Nephrochlamys	(G. S. WEST) KORSHIKOV	1953
492	7866	Nephrocystium	Chlorococc	Chloro		KF1983:534		Nephrocystium, o. N. agardhianum	NÄGELI	1849
490	7248	Nephrocystium agardhianum	Chlorococc	Chloro		KF1983:536	×	Nephrocystium agardhianum	NÄGELI	1849
491	17218	Nephrocystium limneticum	Chlorococc	Chloro		KF1983:537		Nephrocystium, o. N. agardhianum	(G. M. SMITH) G. M. SMITH	1933

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
493	17219	Nephroselmis	Polyblepha	Prasi		Ettl1983: 135		Nephroselmis	F. STEIN	1878
506	6972	Nitzschia	Pennales	Bacill		KLB2/2:8		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HASSALL	1845
494	6023	Nitzschia acicularis -Formenkreis	Pennales	Bacill		KLB2/2:123 (als Nitzschia acicularis)	×	Nitzschia acicularis -Formenkreis	(KÜTZING) W. SMITH	1853
1112	6039	Nitzschia amphibia	Pennales	Bacill		KLB2/2		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	GRUNOW	1862
1113	16391	Nitzschia amplexans	Pennales	Bacill		KLB2/2:31		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HUSTEDT	1957
1114	6964	Nitzschia capitellata	Pennales	Bacill		KLB2/2:88		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HUSTEDT	1922
1115	6242	Nitzschia constricta	Pennales	Bacill		KLB2/2:43		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(KÜTZING) RALFS	1861
500	6008	Nitzschia dissipata	Pennales	Bacill		KLB2/2:19		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(KÜTZING) RABENHORST	1860
1111	6195	Nitzschia filiformis	Pennales	Bacill		KLB2/2:27		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(W. SMITH) VAN HEURCK	1896
501	6025	Nitzschia fonticola	Pennales	Bacill		KLB2/2:103		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(GRUNOW) GRUNOW	1881
1116	6196	Nitzschia frustulum	Pennales	Bacill		KLB2/2:94		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(KÜTZING) GRUNOW	1880
502	6806	Nitzschia fruticosa	Pennales	Bacill		KLB2/2:86		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HUSTEDT	1957
1325	6594	Nitzschia graciliformis	Pennales	Bacill		KLB2/2:115: fig. 81, 8-9		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	LANGE-BERTALOT & SIMONSEN	1978
503	6197	Nitzschia gracilis	Pennales	Bacill		KLB2/2:93		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HANTZSCH	1860
1117	6963	Nitzschia heufleriana	Pennales	Bacill		KLB2/2:22		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	GRUNOW	1862
1118	6114	Nitzschia hungarica	Pennales	Bacill		KLB2/2:42		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	GRUNOW	1862
1119	6595	Nitzschia inconspicua	Pennales	Bacill		KLB2/2:95		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	GRUNOW	1862
1126		Nitzschia inconspicua/frustulum	Pennales	Bacill		KLB2/1-4		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis		
1230	6857	Nitzschia intermedia	Pennales	Bacill		KLB2/2:87		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HANTZSCH ex CLEVE & GRUNOW	1880
1039	16420	Nitzschia lanceolata	Pennales	Bacill		KLB2/2:248: pl.16, fig. 2-8		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	W. SMITH	1853
1120	16102	Nitzschia levidensis salinarum-Sippen	Pennales	Bacill		KLB2/2:38		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	SENSU KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1988

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
929	6024	Nitzschia linearis	Pennales	Bacill		KLB2/2:69		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	W. SMITH	1853
504	6011	Nitzschia palea	Pennales	Bacill		KLB2/2:85	×	Nitzschia palea	(KÜTZING) W. SMITH	1856
1067	6199	Nitzschia paleacea	Pennales	Bacill		KLB2/2:114		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(GRUNOW) GRUNOW	1881
1122	6029	Nitzschia recta	Pennales	Bacill		KLB2/2:20		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HANTZSCH	1862
505	6027	Nitzschia sigmoidea	Pennales	Bacill		KLB2/2:12	(×)	Nitzschia sigmoidea	(NITZSCH) W. SMITH	1853
1123	6961	Nitzschia sociabilis	Pennales	Bacill		KLB2/2:119		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HUSTEDT	1957
1124	6924	Nitzschia supralitorica	Pennales	Bacill		KLB2/2:97		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	LANGE-BERTALOT	1979
1040	6119	Nitzschia tryblionella	Pennales	Bacill		KLB2/2:37		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	HANTZSCH	1860
1125	6615	Nitzschia tubicola	Pennales	Bacill		KLB2/2:90		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	GRUNOW	1880
507	6120	Nitzschia vermicularis	Pennales	Bacill		KLB2/2:14		Nitzschia, o. N. palea, sigmoidea u. acicularis -Formenkreis	(KÜTZING) HANTZSCH	1859
512	7644	Ochromonas	Ochromonad	Chrys		Starmachl1986:166	×	Ochromonas	WYSSOTZKI	1887
508	17220	Ochromonas globosa	Ochromonad	Chrys		Starmachl1986:185	×	Ochromonas	SKUJA	1956
509	17221	Ochromonas nana	Ochromonad	Chrys		Starmachl1986:177	×	Ochromonas	DOFLEIN	1923
510	17222	Ochromonas ornata	Ochromonad	Chrys		Starmachl1986:185	×	Ochromonas	SKUJA	1956
511	17223	Ochromonas sphaerella	Ochromonad	Chrys		Starmachl1986:172	×	Ochromonas	SKUJA	1964
2020	16806	Odontella	Centrales	Bacill		Pankow1990:109 (als Biddulphia aurita)		Taxa in Küstengewässern	C. AGARDH	1832
2004	16807	Odontella aurita	Centrales	Bacill		Pankow1990:111 (als Biddulphia aurita)		Taxa in Küstengewässern	(LYNGBYE) C. AGARDH	1832
2052	16843	Odontella aurita var. minima	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(GRUNOW) DE TONI	1894
2005	16808	Odontella mobiliensis	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(J. W. BAILEY) GRUNOW	1884
2003	16809	Odontella regia	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(SCHULTZE) SIMONSEN	1974
2053	16457	Odontella rhombus	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) KÜTZING	1849
2054	16844	Odontella sinensis	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(GREVILLE) GRUNOW	1884
517	7250	Oocystis	Chlorococc	Chloro		KF1983:499		Oocystis, o. O. borgei, lacustris u. marssonii	A. BRAUN	1855
513	17224	Oocystis borgei	Chlorococc	Chloro		KF1983:511	×	Oocystis borgei	J. SNOW	1903
514	7251	Oocystis lacustris	Chlorococc	Chloro		KF1983:506	×	Oocystis lacustris	CHODAT	1897
515	7871	Oocystis marssonii	Chlorococc	Chloro		KF1983:510	×	Oocystis marssonii	LEMMERMANN	1898
516	7252	Oocystis parva	Chlorococc	Chloro		KF1983:508		Oocystis, o. O. borgei, lacustris u. marssonii	W. & G. S. WEST	1898
884	7323	Oocystis solitaria	Chlorococc	Chloro		KF1983:518		Oocystis, o. O. borgei, lacustris u. marssonii	WITTROCK in WITTROCK & NORDSTEDT	1879

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seenebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
429	7904	Ophiocytium	Mischococc	Xanth		Ettl1978:403		Ophiocytium	NÄGELI	1849
518	7688	Ophiocytium capitatum	Mischococc	Xanth		Ettl1978:408		Ophiocytium	WOLLE	1887
524	8011	Oscillatoria	Oscillator	Cyano		KAI19/2:576	×	Oscillatoria	VAUCHER ex GOMONT	1892
522	8001	Oscillatoria limosa	Oscillator	Cyano		KAI19/2:593		Oscillatoria limosa	C. AGARDH ex GOMONT	1892
525	8212	Oscillatoria trichoides	Oscillator	Cyano		KAI19/2:106	×	Oscillatoria trichoides	SZAFER	1910
526	7017	Palmella	Chlorococc	Chloro		KFI1983:87		Palmella	LYNGBYE	1819
528	7574	Pandorina	Volvocales	Chloro		Ettl1983:744		Pandorina, o. P. morum	BORY-DE-SAINT-VINCENT	1824
527	7054	Pandorina morum	Volvocales	Chloro		Ettl1983:744	×	Pandorina morum	(O. F. MÜLLER) BORY DE SAINT VINCENT	1824
430	17225	Paradoxia	Chlorococc	Chloro		KFI1983:232		Paradoxia	SVIRENKO	1928
529	7324	Paradoxia multiseta	Chlorococc	Chloro		KFI1983:232		Paradoxia	SVIRENKO	1928
2011	16810	Paralia sulcata	Centrales	Bacill		Pankow1990:97		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) CLEVE	1873
530	4134	Paramastix confiera	HF	HF	ja			Heterotrophe Flagellaten	SKUJA	1948
885	17031	Paraphysomonas vestita	Chromulina	Chrys	ja			Heterotrophe Flagellaten	(STOKES) DE SAEDELER	1929
531	17064	Pascherina tetras	Volvocales	Chloro		Ettl1983:724		Pascherina	(KORSHIKOV) P. C. SILVA	1959
911	17226	Paulschulzia	Tetrasporales	Chloro		EG1988:126		Paulschulzia	SKUJA	1948
532	17227	Paulschulzia tenera	Tetrasporales	Chloro		EG1988:126		Paulschulzia	(KORSHIKOV) J. W. G. LUND	1961
540	7081	Pediastrum	Chlorococc	Chloro		KFI1983:283		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	MEYEN	1829
533	7831	Pediastrum biradiatum	Chlorococc	Chloro		KFI1983:304		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	MEYEN	1829
534	7055	Pediastrum boryanum	Chlorococc	Chloro		KFI1983:296		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	(TURPIN) MENEGHINI	1840
928	7330	Pediastrum boryanum var. longicorne	Chlorococc	Chloro		KFI1983:296		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	REINSCH	1867
535	7056	Pediastrum duplex	Chlorococc	Chloro		KFI1983:298	×	Pediastrum duplex	MEYEN	1829
536	7332	Pediastrum duplex var. gracillimum	Chlorococc	Chloro		KFI1983:300	×	Pediastrum duplex	W. & G. S. WEST	1895
537	7057	Pediastrum integrum	Chlorococc	Chloro		KFI1983:290		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	NÄGELI	1849
538	7830	Pediastrum kawraiskyi	Chlorococc	Chloro		KFI1983:290		Pediastrum, o. P. duplex, simplex u. tetras	SCHMIDLE	1897
539	7254	Pediastrum simplex	Chlorococc	Chloro		KFI1983:288	×	Pediastrum simplex	MEYEN	1829
541	7058	Pediastrum tetras	Chlorococc	Chloro		KFI1983:303	×	Pediastrum tetras	(EHRENBERG) RALFS	1844
886	7511	Peridiniopsis	Peridinales	Dino		PPI1990:186	×	Peridiniopsis	LEMMERMANN	1904
957	17228	Peridiniopsis berolinense	Peridinales	Dino		PPI1990:199	×	Peridiniopsis	(LEMMERMANN) BOURRELLY	1968
545	7462	Peridiniopsis cunningtonii	Peridinales	Dino		PPI1990:202	×	Peridiniopsis	LEMMERMANN	1907
845	17229	Peridiniopsis penardiforme	Peridinales	Dino		PPI1990:197	×	Peridiniopsis	(LINDEMANN) BOURRELLY	1968
546	17300	Peridiniopsis polonicum	Peridinales	Dino		PPI1990:192	×	Peridiniopsis	(WOLOSZYNSKA) BOURRELLY	1968
555	7077	Peridinium	Peridinales	Dino		PPI1990:164		Peridinium, o. P. aciculiferum, bipes, cinctum, williei u. umbonatum-Komplex	EHRENBERG	1830
547	7804	Peridinium aciculiferum	Peridinales	Dino		PPI1990:176	×	Peridinium aciculiferum	(LEMMERMANN) LEMMERMAN	1900
548	7605	Peridinium bipes	Peridinales	Dino		PPI1990:172	×	Peridinium bipes	F. STEIN	1883
549	7255	Peridinium cinctum	Peridinales	Dino		PPI1990:168	×	Peridinium cinctum	(O. F. MÜLLER) EHRENBERG	1838

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
556	7077	Peridinium groß (>40 µm)	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinium, o. 5 Indikator taxa	EHRENBERG	1830
557	7077	Peridinium klein (<25 µm)	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinium, o. 5 Indikator taxa	EHRENBERG	1830
559	17301	Peridinium lomnickii var. wierzejskii	Peridinales	Dino		PP1990:177		Peridinium, o. 5 Indikator taxa	(WOLOSZYNSKA) LINDEMANN	1928
570	7077	Peridinium mittel (25–40 µm)	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinium, o. 5 Indikator taxa	EHRENBERG	1830
553	7606	Peridinium palatinum	Peridinales	Dino		PP1990:170		Peridinium, o. 5 Indikator taxa	LAUTERBORN	1896
551	7464	Peridinium umbonatum var. goslaviense	Peridinales	Dino		PP1990:185	×	Peridinium umbonatum-Komplex	(WOLOSZYNSKA) POPOVSKY & PFIESTER	1986
558	7463	Peridinium umbonatum-Komplex	Peridinales	Dino		PP1990:183	×	Peridinium umbonatum-Komplex	F. STEIN	1883
560	7258	Peridinium williei	Peridinales	Dino		PP1990:165	×	Peridinium williei	HUITFELDT-KAAS	1900
561		Peridinium/Peridiniopsis	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinium oder Peridiniopsis		
565	7969	Phacotus	Volvocales	Chloro		Ettl1983:698	×	Phacotus, o. P. lendneri u. lenticularis	PERTY	1852
563	7869	Phacotus lendneri	Volvocales	Chloro		Ettl1983:703	×	Taxon ID nicht mehr verwenden = ID 564	CHODAT	1902
564	7912	Phacotus lenticularis	Volvocales	Chloro		Ettl1983:699	×	Phacotus lenticularis	(EHRENBERG) F. STEIN	1878
569	7059	Phacus	Euglenales	Eugl		HP1955:162		Phacus, o. P. longicauda u. pyrum	DUJARDIN	1841
986	7083	Phacus acuminatus	Euglenales	Eugl		HP1955:192		Phacus, o. P. longicauda u. pyrum	STOKES	1881
566	7060	Phacus longicauda	Euglenales	Eugl		HP1955:220	×	Phacus longicauda	(EHRENBERG) DUJARDIN	1841
567	7958	Phacus pleuronectes	Euglenales	Eugl		HP1955:211		Phacus, o. P. longicauda u. pyrum	(O. F. MÜLLER) DUJARDIN	1841
1297	7390	Phacus pseudonordstedtii	Euglenales	Eugl		HP1955:228		Phacus, o. P. longicauda u. pyrum	POCHMANN	1942
568	7997	Phacus pyrum	Euglenales	Eugl		HP1955:228	×	Phacus pyrum	(EHRENBERG) F. STEIN	1878
1049	7985	Phacus triquetus	Euglenales	Eugl		HP1955:213		Phacus, o. P. longicauda u. pyrum	(EHRENBERG) DUJARDIN	1841
2055	17447	Phaeocystis	Phaeocysta	Hapto		Pankow1990:78		Taxa in Küstengewässern	LAGERHEIM	1893
573	8015	Phormidium	Oscillator	Cyano		KA19/2:390		Phormidium	KÜTZING ex GOMONT	1892
519	8200	Phormidium chlorinum	Oscillator	Cyano		KA19/2:436 (als Phormidium chlorinum)		Phormidium	(KÜTZING ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS	2001
572	8174	Phormidium formosum	Oscillator	Cyano		KA19/2:421		Phormidium	(BORY DE SAINT VINCENT ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
576	6151	Pinnularia	Pennales	Bacill		KL12/1:397		Pinnularia	EHRENBERG	1843
575	6632	Pinnularia divergens	Pennales	Bacill		KL12/1:407		Pinnularia	W. SMITH	1853
577	6128	Pinnularia viridis	Pennales	Bacill		KL12/1:428		Pinnularia	(NITZSCH) EHRENBERG	1843
2056	16845	Plagiogrammopsis vanheurckii	Centrales	Bacill		Tomasl1996:183		Taxa in Küstengewässern	(GRUNOW) HASLE, STOSCH & SYVERTSEN	1983
440	17302	Planctonema	Ulotrichales	Ulvo		AlgaTerra	×	Planctonema	SCHMIDLE	1903
578	7712	Planctonema lauterbornii	Ulotrichales	Ulvo		AlgaTerra	×	Planctonema	SCHMIDLE	1903
581	8820	Planktolyngbya	Oscillator	Cyano		KA19/2:156		Planktolyngbya, o. P. contorta u. limnetica	ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
579	8819	Planktolyngbya contorta	Oscillator	Cyano		KA19/2:162	×	Planktolyngbya contorta	(LEMMERMANN) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
580	8818	Planktolyngbya limnetica	Oscillator	Cyano		KA19/2:158	×	Planktolyngbya limnetica	(LEMMERMANN) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG	1992

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
583	17303	Planktosphaeria	Chlorococc	Chloro		KF1983:100		Sphaerocystis-Formenkreis	G.M. SMITH	1918
582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	Chlorococc	Chloro		KF1983:100		Sphaerocystis-Formenkreis	G.M. SMITH	1918
587	8437	Planktothrix	Oscillator	Cyano		KAI19/2:354		Planktothrix, o. Pagardhii u. rubescens	ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
584	8438	Planktothrix agardhii	Oscillator	Cyano		KAI19/2:359	×	Planktothrix agardhii	(GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
585	8439	Planktothrix prolifica	Oscillator	Cyano		KAI19/2:361		Planktothrix, o. Pagardhii u. rubescens	(GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
586	8440	Planktothrix rubescens	Oscillator	Cyano		KAI19/2:359	×	Planktothrix rubescens	(DECANDOLLE ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
590	8164	Pleurocapsa minor	Chroococca	Cyano		KAI19/1:465		Pleurocapsa	HANSIRG	1891
550	16785	Pleurosigma	Pennales	Bacill		KL12/1:294		Pleurosigma	W. SMITH	1852
1205	16486	Pleurosigma elongatum	Pennales	Bacill		KL12/1:295		Pleurosigma	W. SMITH	1852
1206	16078	Pleurosigma salinarum	Pennales	Bacill		KL12/1:294		Pleurosigma	(GRUNOW) GRUNOW	1880
544	16811	Pleurosira	Centrales	Bacill		KL12/3:86		Pleurosira	(MENEHINI) V.B.A. TREVISAN	1848
1207	16487	Pleurosira laevis	Centrales	Bacill		KL12/3:86		Pleurosira	(EHRENBERG) COMPÈRE	1982
2057	16846	Podocira stelliger	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(BAILEY) A. MANN	1907
552	17304	Polyedriopsis	Chlorococc	Chloro		KF1983:274		Polyedriopsis/Pseudopolyedriopsis	SCHMIDLE	1899
591	17305	Polyedriopsis spinulosa	Chlorococc	Chloro		KF1983:274		Polyedriopsis/Pseudopolyedriopsis	SCHMIDLE	1899
1208	7146	Polygoniochloris	Mischococc	Xanth		Ettl1978:240		Polygoniochloris	(PASCHER) H. Ettl	1977
592	17306	Polygoniochloris circularis	Mischococc	Xanth		Ettl1978:240		Polygoniochloris	(BOURRELLY & GEORGES) H. Ettl	1977
593	7899	Polytoma	Volvocales	Chloro		Ettl1983:630		Polytoma	EHRENBERG	1838
959	17307	Procentrum	Procentr	Dino		Pankow1990:308: pl.78:2 (P.micans); Alga Terra		Procentrum	EHRENBERG	1834
2058	17440	Procentrum triestinum	Procentr	Dino		Tomas1996:426		Taxa in Küstengewässern	J. SCHILLER	1918
2059	17441	Protoperidinium	Peridinales	Dino		Pankow1990:332-341		Taxa in Küstengewässern	BERGH	1881
1298	17471	Provasoliella ovata	Volvocales	Chloro		Ettl1983:611		Provasoliella	(H. C. JACOBSEN) A. R. LOEBLICH	1967
598	8059	Pseudanabaena	Oscillator	Cyano		KAI19/2:70		Pseudanabaena, o. P. catenata u. limnetica	LAUTERBORN	1915
1300	8226	Pseudanabaena acicularis	Oscillator	Cyano		KAI19/2:76		Pseudanabaena, o. P. catenata u. limnetica	(NYGAARD) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK	1988
594	8008	Pseudanabaena catenata	Oscillator	Cyano		KAI19/2:83	×	Pseudanabaena catenata	LAUTERBORN	1915
595	8139	Pseudanabaena galeata	Oscillator	Cyano		KAI19/2:88		Pseudanabaena, o. P. catenata u. limnetica	BOEGER	1949
596	8206	Pseudanabaena limnetica	Oscillator	Cyano		KAI19/2:84	×	Pseudanabaena limnetica	(LEMMERMANN) KOMÁREK	1974
597	8441	Pseudanabaena mucicola	Oscillator	Cyano		KAI19/2:78		Pseudanabaena, o. P. catenata u. limnetica	(NAUMANN & HUBER-PESTALOZZI) BOURRELLY	1985
1209	17308	Pseudococcomyxa	Chlorococc	Chloro		KF1983:611		Pseudococcomyxa	KORSHIKOV	1953
887	17309	Pseudococcomyxa simplex	Chlorococc	Chloro		KF1983:612		Pseudococcomyxa	(MAINX) FOTT	1981
275	17310	Pseudodictyosphaerium jurisii	Chlorococc	Chloro		KF1983:339 (als Dactylo-sphaerium jurisii)		Pseudodictyosphaerium jurisii	(HINDÁK) HINDÁK	1988

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
1035	17311	Pseudodidymocystis inconspicua	Chlorococc	Chloro		KFI983:812 (als Didymocystis inconspicua)		Pseudodidymocystis	(KORSHIKOV) HINDÁK	1990
952		Pseudogoniocloris tripus	Mischococc	Xanth		Ettl1978:236		Pseudogoniocloris	(PASCHER) KRIENITZ, E. HEGEWALD, REYMOND & PESCHKE	1993
600	7405	Pseudokephyrion	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:265		Pseudokephyrion, o. P. entzii u. erkensis	PASCHER em. SCHMID	1913
888	17312	Pseudokephyrion ellipsoideum	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:273		Pseudokephyrion, o. P. entzii u. erkensis	(PASCHER) CONRAD	1939
599	7407	Pseudokephyrion entzii	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:273	×	Pseudokephyrion entzii	CONRAD	1939
889	7408	Pseudokephyrion pseudospirale	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:274		Pseudokephyrion, o. P. entzii u. erkensis	BOURRELLY	1957
2060	16847	Pseudo-nitzschia	Pennales	Bacill		Pankow1990:271		Taxa in Küstengewässern	H. PERAGALLO	1900
601	17313	Pseudopedinella erkensis	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:120	×	Pseudopedinella erkensis	SKUJA	1948
574	17470	Pseudophyllomitus apiculatus	HF	HF	ja			Heterotrophe Flagellaten	(SKUJA) W. J. LEE	2002
987	7767	Pseudopolyedriopsis skujae	Mischococc	Xanth		Ettl1978:245		Pseudopolyedriopsis	GOLLERBACH	1962
602	7710	Pseudoquadrigula	Chlorococc	Chloro		KFI983:650		Pseudoquadrigula	LACOSTE DE DIAZ	1973
605	17314	Pseudoschroederia	Chlorococc	Chloro		Hegewald & Schnepf (1986)		Pseudoschroederia	E. HEGEWALD & SCHNEPF	1986
603	17315	Pseudoschroederia antillarum	Chlorococc	Chloro		KFI983:251 (als Schroederia antillarum)		Pseudoschroederia	(KOMÁREK) E. HEGEWALD SCHNEPF	1986
604	17316	Pseudoschroederia robusta	Chlorococc	Chloro		KFI983:251 (als Schroederia robusta)		Pseudoschroederia	(KORSHIKOV) E. HEGEWALD & SCHNEPF	1986
1248	17317	Pseudosphaerocystis	Tetrasporales	Chloro		EGI988:80		Sphaerocystis-Formenkreis	WORONICHIN	1931
606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	Tetrasporales	Chloro		EGI988:82		Sphaerocystis-Formenkreis	(LEMMERMANN) NOVAKOVA	1965
1210	7732	Pseudostaurastrum	Mischococc	Xanth		Ettl1978:224		Pseudostaurastrum	CHODAT	1928
607	7298	Pseudostaurastrum limneticum	Mischococc	Xanth		Ettl1978:226		Pseudostaurastrum	(BORGE) CHODAT	1928
762	17468	Pseudotetrastrum punctatum	Chlorococc	Chloro		KFI983:766		Pseudotetrastrum punctatum	(SCHMIDLE) HINDÁK	1977
609	7262	Pteromonas	Volvocales	Chloro		Ettl1983:706		Pteromonas	SELIGO	1887
1032	7263	Pteromonas angulosa	Volvocales	Chloro		Ettl1983:708		Pteromonas	(CARTER) LEMMERMAN	1900
610	7436	Pyramimonas	Polyblepha	Prasi		Ettl1983:115		Pyramimonas	SCHMARD	1850
612	17318	Quadricoccus	Chlorococc	Chloro		KFI983:343		Quadricoccus	FOTT	1948
611	17319	Quadricoccus laevis	Chlorococc	Chloro		KFI983:344		Quadricoccus	FOTT	1948
988	7264	Quadricoccus verrucosus	Chlorococc	Chloro		KFI983:343		Quadricoccus	FOTT	1948
615	7335	Quadrigula	Chlorococc	Chloro		KFI983:676		Quadrigula, o. Q. pfizeri u. lacustris	PRINTZ	1915
1025	7336	Quadrigula closterioides	Chlorococc	Chloro		KFI983:680		Quadrigula, o. Q. pfizeri u. lacustris	(BOHLIN) PRINTZ	1915
613	7338	Quadrigula lacustris	Chlorococc	Chloro		KFI983:654		Quadrigula lacustris	(CHODAT) G. M. SMITH	1920
614	7339	Quadrigula pfizeri	Chlorococc	Chloro		KFI983:679	×	Quadrigula pfizeri	(SCHRÖDER) G. M. SMITH	1920
617	7576	Radiooccus	Chlorococc	Chloro		KFI983:398		Sphaerocystis-Formenkreis	SCHMIDLE	1902
616	7577	Radiooccus bavaricus	Chlorococc	Chloro		KFI983:400		Sphaerocystis-Formenkreis	(SKUJA) KOMÁREK	1979
618	8117	Radioocystis	Chroococca	Cyano		KA191:63		Radioocystis	SKUJA	1848

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung		Jahr
									Acanthoceras zachariasii		
890	8173	Radiocystis geminata	Chroococca	Cyano		KAI9/1:63		Radiocystis	SKUJA		1848
1301	17426	Radiofilum	Chaetophor	Chloro		John et al. 2002: 460		Radiofilum	SCHMIDLE		1894
465	8817	Raphidiopsis	Nostocales	Cyano		IKSE1999:40		Raphidiopsis	F. E. FRITSCH & M. F. RICH		1929
619	8816	Raphidiopsis mediterranea	Nostocales	Cyano		IKSE1999:41		Raphidiopsis	SKUJA		1937
891	17320	Raphidocelis	Chlorococc	Chloro		KFI983:654		Raphidocelis	HINDÁK		1977
620	17321	Raphidocelis sigmoidea	Chlorococc	Chloro		KFI983:655		Raphidocelis	HINDÁK		1977
466	8815	Rhabdoderma	Chroococca	Cyano		KAI9/1:111		Rhabdoderma, o. R. lineare	SCHMIDLE & LAUTERBORN		1900
621	8461	Rhabdoderma lineare	Chroococca	Cyano		KAI9/1:112	×	Rhabdoderma lineare	SCHMIDLER & LAUTERBORN		1900
622		Rhabdoderma tenuissimum	Chroococca	Cyano		KAI9/1:115		Rhabdoderma, o. R. lineare	KOMÁREK & H. J. KLING		1991
1237	8814	Rhabdogloea	Chroococca	Cyano		KAI9/1:106		Rhabdogloea, o. R. smithii	SCHRÖDER		1917
623		Rhabdogloea irregulare	Chroococca	Cyano		KAI9/1		Taxon ID nicht mehr verwenden			
892	8813	Rhabdogloea scenedesmoides	Chroococca	Cyano		KAI9/1:109		Rhabdogloea, o. R. smithii	(NYGAARD) KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS		1995
624	8182	Rhabdogloea smithii	Chroococca	Cyano		KAI9/1:107	×	Rhabdogloea smithii	(R. & F. CHODAT) KOMÁREK		1983
2061	16659	Rhaphoneis	Pennales	Bacill		Pankow1990:151		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG		1844
2012	16812	Rhaphoneis amphiceros	Pennales	Bacill		KLB2/3:423; pl.96, fig.23; AlgaTerra		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) EHRENBERG		1844
962	16564	Rhizosolenia	Centrales	Bacill		KLB2/3:84		Rhizosolenia, o. R. longiseta	BRIGHTWELL		1858
625	16488	Rhizosolenia eriensis	Centrales	Bacill		KLB2/3:85		Rhizosolenia, o. R. longiseta	H. L. SMITH		1872
2015	16813	Rhizosolenia imbricata	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	BRIGHTWELL		1858
626	6202	Rhizosolenia longiseta	Centrales	Bacill		KLB2/3:85	×	Rhizosolenia longiseta	O. ZACHARIAS		1893
2014	16814	Rhizosolenia setigera	Centrales	Bacill		Pankow1990:107		Taxa in Küstengewässern	BRIGHTWELL		1858
2062	16848	Rhizosolenia similoides	Centrales	Bacill		KongSvenSer4 (1951)		Taxa in Küstengewässern	CLEVE-EULER		1951
633	7895	Rhodomonas	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):19		Rhodomonas	KARSTEN		1898
628	7868	Rhodomonas lacustris	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):20		Rhodomonas	PASCHER & RUTTNER		1913
629	7868	Rhodomonas lacustris var. lacustris	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):20		Rhodomonas	PASCHER & RUTTNER		1913
632	17322	Rhodomonas lacustris var. nannoplantctica	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):23 (als R. minuta var. nanno- plantctica)		Rhodomonas	(SKUJA) JAVORNICKY		1976
627	7894	Rhodomonas lens	Cryptomona	Crypt		HP1950(1968):21		Rhodomonas	PASCHER & RUTTNER		1913
634	6224	Rhoicosphenia abbreviata	Pennales	Bacill		KLB2/1:381		Gomphonema/Rhoicosphenia	(C. AGARDH) LANGE-BERTALOT		1980
608	16568	Rhopalodia	Pennales	Bacill		KLB2/2:157		Rhopalodia	O. MÜLLER		1895
893	6677	Rhopalodia gibba	Pennales	Bacill		KLB2/2:159		Rhopalodia	(EHRENBERG) O. MÜLLER		1895
963	8076	Romeria	Oscillator	Cyano		KAI9/2:59		Romeria	KOCZWARA in GEITLER		1932
989	8998	Romeria elegans	Oscillator	Cyano		KAI9/2:64		Romeria	(KOCZWARA) WOLOSZYNSKA in GEITLER		1932
637	7457	Salpingoeca	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	H. J. CLARK		1866
635	7458	Salpingoeca frequentissima	Choanoflag	Choan	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	(O. ZACHARIAS) LEMMERMANN		

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
636	7598	Salpingoeca gracilis	Choanoflag	Choan	ja	Starmachi986		Heterotrophe Flagellaten	H. J. CLARK	1867
676	7892	Scenedesmus	Chlorococc	Chloro		KFI983:813	×	Scenedesmus, o. S. acuminatus, acutus, bicaudatus, costato-granulatus, linearis, opoliensis u. verrucosus	MEYEN	1829
638	7829	Scenedesmus aculeolatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:866	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	REINSCH	1877
639	7049	Scenedesmus acuminatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:841 (weites Konzept, das Sc. falcatus einschließt)	×	Scenedesmus acuminatus	(LAGERHEIM) CHODAT	1902
641	7265	Scenedesmus acutus	Chlorococc	Chloro		KFI983:840	×	Scenedesmus acutus	MEYEN	1829
1065	17323	Scenedesmus arcuatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:828	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(LEMMERMANN) LEMMERMAN	1899
643	7979	Scenedesmus armatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:896		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1913
644	17324	Scenedesmus arthrodesmiformis	Chlorococc	Chloro		Alga Terra	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	SCHRÖDER	1920
1211	7764	Scenedesmus bernardii	Chlorococc	Chloro		KFI983:837	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	G. M. SMITH	1916
645	7956	Scenedesmus bicaudatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:890	×	Scenedesmus bicaudatus	DEDUSENKO	1925
647	7828	Scenedesmus brasiliensis	Chlorococc	Chloro		KFI983:870	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	BOHLIN	1897
650	7148	Scenedesmus costato-granulatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:855	×	Scenedesmus costato-granulatus	SKUJA	1948
651	7063	Scenedesmus denticulatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:865		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	LAGERHEIM	1882
652	7878	Scenedesmus dimorphus	Chlorococc	Chloro		KFI983:841		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(TURPIN) KÜTZING	1833
653	7139	Scenedesmus disciformis	Chlorococc	Chloro		KFI983:830		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(CHODAT) FOTT & KOMÁREK	1960
1212	7341	Scenedesmus dispar	Chlorococc	Chloro		KFI983:877	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(BRÉBISSE) RABENHORST	1868
655	7267	Scenedesmus eornis	Chlorococc	Chloro		KFI983:826	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(EHRENBERG) CHODAT	1926
656		Scenedesmus eornis/ellipticus	Chlorococc	Chloro		KFI983		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten		
894	17325	Scenedesmus ellipticus	Chlorococc	Chloro		John et al. 2002:393 (KFI983:832 verweist auf ein anderes Taxon)		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CORDA	1835
1255	17427	Scenedesmus falcatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:842 (als Sc. acuminatus var. minor)		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1895
658	7428	Scenedesmus grabneisii	Chlorococc	Chloro		KFI983:855		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(HEYNIG) FOTT	1973
1214	7164	Scenedesmus granulatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:857		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	W. & G. S. WEST	1897
659	7763	Scenedesmus gutwinski	Chlorococc	Chloro		KFI983:918		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1926
660	7343	Scenedesmus intermedius	Chlorococc	Chloro		KFI983:888		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1926
661	7169	Scenedesmus lefevrii	Chlorococc	Chloro		KFI983:874	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	DEFLANDRE	1924
662	7062	Scenedesmus linearis	Chlorococc	Chloro		KFI983:832	×	Scenedesmus linearis	KOMÁREK	1974
663	7819	Scenedesmus longispina	Chlorococc	Chloro		KFI983:932	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1913
664	7690	Scenedesmus magnus	Chlorococc	Chloro		KFI983:942		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	MEYEN	1829
1306	7011	Scenedesmus obliquus	Chlorococc	Chloro		KFI983:837		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(TURPIN) KÜTZING	1834
666	7266	Scenedesmus obtusus	Chlorococc	Chloro		KFI983:828	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	MEYEN	1829
667	7086	Scenedesmus opoliensis	Chlorococc	Chloro		KFI983:908	×	Scenedesmus opoliensis	P. G. RICHTER	1896

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
1101	7748	Scenedesmus ovalternus	Chlorococc	Chloro		KFI983:826	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1926
669	7010	Scenedesmus quadricauda	Chlorococc	Chloro		KFI983:928	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(TURPIN) BRÉBISSEON sensu CHODAT	1913
672	7699	Scenedesmus semipulcher	Chlorococc	Chloro		KFI983:891	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	HORTOBAGYI	1960
673	7891	Scenedesmus sempervirens	Chlorococc	Chloro		KFI983:915	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1913
674		Scenedesmus sempervirens/tenuispina	Chlorococc	Chloro		KFI983		Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten		
675	7579	Scenedesmus serratus	Chlorococc	Chloro		KFI983:870	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	(CORDA) BOHLIN	1902
1102	7847	Scenedesmus smithii	Chlorococc	Chloro		KFI983:865	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	TEILING	1942
1033	7978	Scenedesmus spinosus	Chlorococc	Chloro		KFI983:926	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1913
677	7499	Scenedesmus subspicatus	Chlorococc	Chloro		KFI983:880	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1926
678	7970	Scenedesmus tenuispina	Chlorococc	Chloro		KFI983:916	×	Scenedesmus, o. 7 Indikatorarten	CHODAT	1926
679	17326	Scenedesmus verrucosus	Chlorococc	Chloro		KFI983:864	×	Scenedesmus verrucosus	Y.V.ROLL	1925
683	7134	Schroederia	Chlorococc	Chloro		KFI983:248	×	Schroederia	LEMMERMANN	1898
1034		Schroederia/Pseudoschroederia	Chlorococc	Chloro		KFI983		Schroederia oder Pseudoschroederia		
990	7346	Schroederia nitzschoides	Chlorococc	Chloro		KFI983:251	×	Schroederia	(G. S. WEST) KORSHIKOV	1953
682	7270	Schroederia setigera	Chlorococc	Chloro		KFI983:250	×	Schroederia	(SCHRODER) LEMMERMANN	1898
991	7269	Schroederia spiralis	Chlorococc	Chloro		KFI983:252	×	Schroederia	(PRINTZ) KORSHIKOV	1953
685	17080	Scourfieldia	Scourfield	Prasi		Ettl983: 109		Scourfieldia	G. S. WEST	1912
684	17327	Scourfieldia cordiformis	Scourfield	Prasi		Ettl983: 110		Scourfieldia	TAKEDA	1916
2063	17442	Scrippsiella	Peridinales	Dino		Pankow1990:330		Taxa in Küstengewässern	(BALECH) A. R. LOEBLICH	1965
688	7762	Siderocelis	Chlorococc	Chloro		KFI983:260		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	(NAUMANN) FOTT	1934
992	7752	Siderocelis kolkwitzii	Chlorococc	Chloro		KFI983:266		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	(NAUMANN) FOTT	1934
687	7347	Siderocelis ornata	Chlorococc	Chloro		KFI983:261		Granulocystis/Granulocystopsis/ Siderocelis/Amphikrikos	(FOTT) FOTT	1934
1051	17328	Siderocystopsis	Chlorococc	Chloro		KFI983:334		Siderocystopsis	SWALE	1964
993	17329	Siderocystopsis fusca	Chlorococc	Chloro		KFI983:336		Siderocystopsis	(KORSHIKOV) SWALE	1964
1103	6225	Simonsenia delognei	Pennales	Bacill		KLB2/2:135		Simonsenia	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	1979
690	16779	Skeletonema	Centrales	Bacill		KLB2/3:81		Skeletonema, o. S. potamos	GREVILLE	1865
964	16815	Skeletonema costatum	Centrales	Bacill		Pankow1990:86		Skeletonema, o. S. potamos	(GREVILLE) CLEVE	1873
994	6938	Skeletonema potamos	Centrales	Bacill		KLB2/3:82: Tafel 85, Fig. 4,7,8 in 1. Aufl. 1991; Tafel 85, fig. 4-9 in 2. Aufl. 2000	×	Skeletonema potamos	(WEBER) HASLE	1976
995	6149	Skeletonema subsalsum	Centrales	Bacill		KLB2/3:82		Skeletonema, o. S. potamos	(CLEVE-EULER) BETHGE	1928
694	8812	Snowella	Chroococca	Cyano		KA191:204	×	Snowella	ELENKIN	1938

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
691	8811	Snowella atomus	Chroococca	Cyano		KAI9/1:204	×	Snowella	KOMÁREK & HINDÁK	1988
692	8430	Snowella lacustris	Chroococca	Cyano		KAI9/1:207	×	Snowella	(CHODAT) KOMÁREK & HINDÁK	1988
693	8810	Snowella litoralis	Chroococca	Cyano		KAI9/1:207	×	Snowella	(HAEYEN) KOMÁREK & HINDÁK	1988
1307	8227	Snowella septentrionalis	Chroococca	Cyano		KAI9/1:205	×	Snowella	KOMÁREK & HINDÁK	1988
480	17330	Spermatozopsis	Volvocales	Chloro		Ettl1983:165		Spermatozopsis	KORSHIKOV	1913
1042	17331	Spermatozopsis exsultans	Volvocales	Chloro		Ettl1983:165		Spermatozopsis	KORSHIKOV	1913
698	7888	Sphaerocystis	Chlorococc	Chloro		KFI983:92		Sphaerocystis-Formenkreis	CHODAT	1897
696	7932	Sphaerocystis planctonica	Chlorococc	Chloro		KFI983:94		Sphaerocystis-Formenkreis	(KORSHIKOV) BOURRELLY	1966
697	7271	Sphaerocystis schroeteri	Chlorococc	Chloro		KFI983:94		Sphaerocystis-Formenkreis	CHODAT	1897
895	17004	Spiniferomonas	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:369		Spiniferomonas	E. TAKAHASHI	1973
699	7013	Spirogyra	Zygnematal	Conju		Kal1984:258		Spirogyra	LINK	1820
1052	8140	Spirulina	Oscillator	Cyano		KAI9/2:142		Spirulina	TURPIN ex GOMONT	1892
700	17332	Spondylosium	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997		Spondylosium	BRÉBISSEON ex KÜTZING	1849
701	7311	Spumella	Ochromonad	Chrys	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	CIENKOWSKI	1870
702	7312	Spumella vulgaris	Ochromonad	Chrys	ja	Starmach1986		Heterotrophe Flagellaten	CIENKOWSKI	1870
712	7064	Staurostrum	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	MEYEN ex RALFS	1848
705	7373	Staurostrum chaetoceras	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997:142		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	(SCHRÖDER) G. M. SMITH	1925
706	17333	Staurostrum cingulum	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:63,80		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	(W. & G. S. WEST) G. M. SMITH	1922
924	17334	Staurostrum excavatum	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	W. & G. S. WEST	1895
707	7877	Staurostrum furcigerum	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:52,90		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	(BRÉBISSEON in MENEHINI) ARCHER	1861
708	7273	Staurostrum gracile	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:62,91	×	Staurostrum gracile	RALFS ex RALFS	1848
709	17335	Staurostrum gracile var. nanum	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997	×	Staurostrum gracile	WILLE	1880
1240	17336	Staurostrum messikommeri	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:62,93		Staurostrum, o. S. gracile, pingue u. tetracerum	LUNDBERG	1931
710	7274	Staurostrum paradoxum	Desmidiates	Conju		Coesel (1996)	(×)	Staurostrum paradoxum (Altbefunde unklar)	MEYEN ex RALFS	1848
711	17337	Staurostrum pingue	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:63,115	×	Staurostrum pingue	TEILING	1942
713	7076	Staurostrum tetracerum	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:54,137	×	Staurostrum tetracerum	(KÜTZING) ex RALFS	1848
847	17029	Staurodesmus	Desmidiates	Conju		Lenzenweger1997:3,14		Staurodesmus	TEILING	1948
925	17062	Staurodesmus cuspidatus	Desmidiates	Conju		Lenzenwe- ger1997:18,24		Staurodesmus	(BRÉBISSEON ex RALFS) TEILING	1967
715	6821	Stauroneis	Pennales	Bacill		KLB2/1:236		Stauroneis	EHRENBERG	1843
1308	6129	Stauroneis anceps	Pennales	Bacill		KLB2/1:240		Stauroneis	EHRENBERG	1843

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
848	7599	Stelaxomonas dichotoma	Choanoflag	Choan	ja	Starmachi1986:454	(x)	Stelaxomonas dichotoma, heterotroph	LACKEY	1942
554	16780	Stenopterothia	Pennales	Bacill		KLB2/2:207		Stenopterothia	BREISSON ex VAN HEURCK	1896
562	16816	Stephanocostis	Centrales	Bacill		KLB2/3:80		Stephanocostis chantaica oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	GENKAL & A. E. KUZMINA	1985
896	16088	Stephanocostis chantaica	Centrales	Bacill		KLB2/3:80	x	Stephanocostis chantaica oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	GENKAL & A. E. KUZMINA	1985
727	6942	Stephanodiscus	Centrales	Bacill		KLB2/3:65		Stephanodiscus, ohne Indikatorarten oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	EHRENBERG	1845
717	6795	Stephanodiscus alpinus	Centrales	Bacill		KLB2/3:70	x	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT	1942
719	6939	Stephanodiscus binderanus	Centrales	Bacill		KLB2/3:72	x	Stephanodiscus binderanus	(KÜTZING) WILLI KRIEGER	1927
721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Centrales	Bacill		KLB2/3:73	x	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW	1880
723	6226	Stephanodiscus minutulus	Centrales	Bacill		KLB2/3:71	x	Stephanodiscus minutulus	(KÜTZING) CLEVE & MOELLER	1882
725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Centrales	Bacill		KLB2/3:68	x	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B. HICKEL	1986
965	16506	Stephanodiscus rotula	Centrales	Bacill		KLB2/3:68		Stephanodiscus, ohne Indikatorarten oder Zentrale Diatomeen in Größenklassen	(KÜTZING) HENDEY	1964
729	17010	Stichococcus	Klebsormid	Kleb		John et al. 2002:461		Stichococcus	NÄGELI	1849
1309	7276	Stichococcus bacillaris	Klebsormid	Kleb		EG1988		Stichococcus	(NÄGELI) NÄGELI	1849
728	7413	Stichococcus minor	Klebsormid	Kleb		John et al. 2002:461		Stichococcus	NÄGELI	1849
850	17430	Stichogloea doederleinii	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:388	x	Stichogloea doederleinii	(SCHMIDLE) WILLE	1909
730	17338	Stipitococcus	Rhizochlor	Xanth		Ettl1978:78		Stipitococcus	W. & G. S. WEST	1898
731	7600	Stokesella	Ochromonad	Chrys	ja	Starmachi1986		Heterotrophe Flagellaten	LEMMERMANN	1908
732	7887	Strombomonas	Euglenales	Eugl		HPI1955:362		Strombomonas	DEFLANDRE	1930
733	17339	Stylochrysalis libera	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:282		Stylochrysalis	(FOTT) BOURRELLY	
734	6952	Surirella	Pennales	Bacill		KLB2/2:172		Surirella	TURPIN	1828
1104	6693	Surirella breissonii	Pennales	Bacill		KLB2/2:179		Surirella	KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1987
1310	6016	Surirella ovata	Pennales	Bacill		KLB2/1-4		Surirella	KÜTZING	1844
1249	17400	Syncrypta	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:198		Syncrypta	EHRENBERG	1834
735	17401	Syncrypta elaeochrus	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:203		Syncrypta	(JANE) BOURRELLY	1957
736	8983	Synechococcus	Chroococca	Cyano		KAI19/1:117	x	Synechococcus	NÄGELI	1849
738		Synechococcus cedrorum	Chroococca	Cyano		KAI19/1:41 (als Cyano- bium parvum)	x	Synechococcus	SAUVAGEAU	1892
739	8068	Synechocystis	Chroococca	Cyano		KAI19/1:139		Synechocystis	SAUVAGEAU	1892
737	8966	Synechocystis aquatilis	Chroococca	Cyano		KAI19/1:143		Synechocystis	SAUVAGEAU	1892
740	7803	Synura	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:356	x	Synura	EHRENBERG	1834
1311	17089	Synura sphagnicola	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:359	x	Synura sphagnicola	(KORSHIKOV) KORSHIKOV	1929
741	7094	Synura uella	Ochromonad	Chrys		Starmachi1986:361	x	Synura uella	EHRENBERG	1835
744	6155	Tabellaria	Pennales	Bacill		KLB2/3:104		Tabellaria, o. T.fenestrata u. flocculosa	EHRENBERG	1844

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
742	6074	Tabellaria fenestrata	Pennales	Bacill		KL2/3:106	×	Tabellaria fenestrata	(LYNGBYE) KÜTZING	1844
743	6091	Tabellaria flocculosa	Pennales	Bacill		KL2/3:108	×	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KÜTZING	1844
2064	17435	Teleaulax acuta	Cryptomonas	Crypt		Butcher1967		Taxa in Küstengewässern	(BUTCHER) D. R. A. HILL	1991
745	7348	Tetrachlorella	Chlorococc	Chloro		KFI983:761		Tetrachlorella alternans	KORSHIKOV	1939
746	7260	Tetrachlorella alternans	Chlorococc	Chloro		KFI983:762	×	Tetrachlorella alternans	(G. M. SMITH) KORSHIKOV	1939
747	7759	Tetradasmus	Chlorococc	Chloro		KFI983:802		Tetradasmus	G. M. SMITH	1913
481	7136	Tetraedriella	Mischococc	Xanth		Ettl1978:215		Tetraedriella	PASCHER	1930
851	17402	Tetraedriella joveitii	Mischococc	Xanth		Ettl1978:216		Tetraedriella	(BOURRELLY) BOURRELLY	1968
996	7278	Tetraedriella spinigera	Mischococc	Xanth		Ettl1978:218		Tetraedriella	SKUJA	1948
754	7886	Tetraedron	Chlorococc	Chloro		KFI983:695		Tetraedron, o. T. caudatum u. minimum	KÜTZING	1845
748	7279	Tetraedron caudatum	Chlorococc	Chloro		KFI983:698	×	Tetraedron caudatum	(CORDA) HANS GIRG	1888
751	7281	Tetraedron minimum	Chlorococc	Chloro		KFI983:697	×	Tetraedron minimum	(A. BRAUN) HANS GIRG	1888
854	17403	Tetraedron regulare	Chlorococc	Chloro		KFI983:697		Tetraedron, o. T. caudatum u. minimum	KÜTZING	1845
755	7660	Tetraedron triangulare	Chlorococc	Chloro		KFI983:696		Tetraedron, o. T. caudatum u. minimum	KORSHIKOV	1953
756	7282	Tetraedron trigonum	Chlorococc	Chloro		KFI983:700		Tetraedron, o. T. caudatum u. minimum	(NÁGELI) HANS GIRG sensu SKUJA	1948
757	7580	Tetranephris europaea	Chlorococc	Chloro		KFI983:757		Tetranephris	(HINDÁK) KOMÁREK	1959
1135	17404	Tetraplektron	Mischococc	Xanth		Ettl1978:220		Tetraplektron	FOTT	1957
1136	17405	Tetraplektron tribulus	Mischococc	Xanth		Ettl1978:222		Tetraplektron	(PASCHER) FOTT	1957
759	7491	Tetraselmis	Tetraselmi	Prasi		Ettl1983:142		Tetraselmis	F. STEIN	1878
758	17406	Tetraselmis cordiformis	Tetraselmi	Prasi		Ettl1983:143	×	Tetraselmis cordiformis	(CARTER) F. STEIN	1878
763	7908	Tetrastrum	Chlorococc	Chloro		KFI983:765		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	CHODAT	1895
922	7811	Tetrastrum elegans	Chlorococc	Chloro		KFI983:770		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	PLAYFAIR	1917
760	7283	Tetrastrum glabrum	Chlorococc	Chloro		KFI983:767		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	(ROLL) AHLSTROM & TIFFANY	1934
1054	7350	Tetrastrum heteracanthum	Chlorococc	Chloro		KFI983:768		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	(NORDSTEDT) CHODAT	1895
761	17407	Tetrastrum komarekii	Chlorococc	Chloro		KFI983:767		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	HINDÁK	1977
764	7285	Tetrastrum staurogeniaeforme	Chlorococc	Chloro		KFI983:772	×	Tetrastrum staurogeniaeforme	(SCHRÖDER) LEMMERMAN	1900
1024	7351	Tetrastrum triacanthum	Chlorococc	Chloro		KFI983:768		Tetrastrum, o. T. staurogeniaeforme u. triangulare	KORSHIKOV	1939
765	7286	Tetrastrum triangulare	Chlorococc	Chloro		KFI983:767	×	Tetrastrum triangulare	(CHODAT) KOMÁREK	1974
2065	16849	Thalassionema nitzschioides	Pennales	Bacill		Pankow1990:139		Taxa in Küstengewässern	(GRUNOW) GRUNOW ex HUSTEDT	1932
1044	6230	Thalassiosira	Centrales	Bacill		KL2/3:77		Thalassiosira	CLEVE	1873
2066	16850	Thalassiosira angulata	Centrales	Bacill		Tomas1996:65		Taxa in Küstengewässern	(W. GREGORY) HASLE	1978
1043	16523	Thalassiosira baltica	Centrales	Bacill		KL2/3:79		Thalassiosira	(GRUNOW) OSTENFELD	1901
2067	16851	Thalassiosira eccentrica	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	(EHRENBERG) CLEVE	1904
1053	6231	Thalassiosira lacustris	Centrales	Bacill		Lange-Berta-lot1993:161 (als T. brama-putrae)		Thalassiosira	(GRUNOW) HASLE	1977

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
2068	16852	Thalassiosira minima	Centrales	Bacill		Tomas1996:65		Taxa in Küstengewässern	GAARDER	1951
1106	16098	Thalassiosira pseudonana	Centrales	Bacill		KL2/3:80		Thalassiosira	HASLE & HEIMDAL	1970
2069	16853	Thalassiosira punctigera	Centrales	Bacill		Tomas1996:58		Taxa in Küstengewässern	(CASTRACANE) HASLE	1983
2070	16854	Thalassiosira rotula	Centrales	Bacill		Pankow1990:103		Taxa in Küstengewässern	MEUNIER	1910
1107	16525	Thalassiosira visurgis	Centrales	Bacill		KL2/3:78		Thalassiosira	HUSTEDT	1957
766	6937	Thalassiosira weissflogii	Centrales	Bacill		KL2/3:79		Thalassiosira	(GRUNOW) FRYXELL & HASLE	1977
767	17408	Thoracomonas	Volvocales	Chloro		Ettl1983:677		Thoracomonas	KORSHIKOV	1925
487	17409	Thorakochloris	Chlorococc	Chloro		KFI983:394		Thorakochloris	PASCHER	1932
768	17410	Thorakochloris nygaardii	Chlorococc	Chloro		KFI983:398		Thorakochloris	FOTT	1979
770	7065	Trachelomonas	Euglenales	Eugl		HP1955:243		Trachelomonas, o. T. volvocina	EHRENBERG	1835
769	7955	Trachelomonas hispida	Euglenales	Eugl		HP1955:295		Trachelomonas, o. T. volvocina	(PERTY) F. STEIN em. DEFLANDRE	1926
997	7882	Trachelomonas oblonga	Euglenales	Eugl		HP1955:278		Trachelomonas, o. T. volvocina	LEMMERMANN	1899
1312	17445	Trachelomonas verrucosa	Euglenales	Eugl		HP1955:261		Trachelomonas, o. T. volvocina	A. STOKES	1887
771	7084	Trachelomonas volvocina	Euglenales	Eugl		HP1955:251	×	Trachelomonas volvocina	(EHRENBERG) EHRENBERG	1834
1313	17446	Trachelomonas volvocinopsis	Euglenales	Eugl		HP1955:260		Trachelomonas, o. T. volvocina	SVIRENKO	1914
1108	17411	Trachydiscus	Mischococc	Xanth		Ettl1978:191		Trachydiscus sexangularis	H. Ettl	1964
852	17412	Trachydiscus sexangularatus	Mischococc	Xanth		Ettl1978:194	×	Trachydiscus sexangularis	H. Ettl	1964
774	7137	Treubaria	Chlorococc	Chloro		KFI983:262		Treubaria	BERNARD	1908
772	7353	Treubaria schmidlei	Chlorococc	Chloro		KFI983:266		Treubaria	(SCHRÖDER) FOTT & KOVACIK	1975
773	7287	Treubaria setigera	Chlorococc	Chloro		KFI983:267		Treubaria	(ARCHER) G. M. SMITH	1933
775	7756	Treubaria triappendiculata	Chlorococc	Chloro		KFI983:266		Treubaria	BERNARD	1908
778	7092	Tribonema	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:438	×	Tribonema, T. o. elegans u. monochloron	DERBES & SOLIER	1856
999	17413	Tribonema aequale	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:449	×	Tribonema, T. o. elegans u. monochloron	PASCHER	1925
776	17414	Tribonema elegans	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:443		Tribonema elegans	PASCHER	1925
1314	7883	Tribonema minus	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:449	×	Tribonema, T. o. elegans u. monochloron	(WILLE) HAZEN	1902
777	17415	Tribonema monochloron	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:442		Tribonema monochloron	PASCHER & GETTLER	1925
779	7288	Tribonema vulgare	Tribonemat	Xanth		Ettl1978:454	×	Tribonema, T. o. elegans u. monochloron	PASCHER	1925
1315	16855	Triceratium favus	Centrales	Bacill		MarinPhyto		Taxa in Küstengewässern	EHRENBERG	1840
495	8183	Trichormus	Nostocales	Cyano		Komárek & Anagnostidis (1989)		Trichormus	(RALFS ex BORNET & FLAHAULT) KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS	1989
34	8187	Trichormus variabilis	Nostocales	Cyano		John et al. 2002:92 (als Anabaena variabilis); Geitler32:876 (als A. variabilis)		Trichormus	(KÜTZING ex BORNET & FLAHAULT) KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS	1989
780	7015	Ulothrix	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002:466		Ulothrix	KÜTZING	1833
782		unbest. Algen	divers	divers				Unbestimmte Algen, nur ohne Indikatorata und nur <10% Biovol.-Anteil		

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
797	6971	unbest. Bacillariophyceae	Bacill_div	Bacill		KL2/1-4		Centrales oder Pennales	HAECKEL	1878
786	7022	unbest. Chlorococcales	Chlorococc	Chloro		KF1983		Chlorococcales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	(MARCHAND) PASCHER	1915
787	17451	unbest. Chlorophyceae	Chloro_div	Chloro		KF1983		Chlorophyceen, ohne die Indikatorarten dieser Klasse	WILLE in WARMING	1884
791	8023	unbest. Chroococcales	Chroococca	Cyano		KA19/1		Chroococcales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	WETTSTEIN	1923
793	17452	unbest. Chrysophyceae	Chrys_div	Chrys		Starmach1986		Chrysophyceen, ohne die Indikatorata der Klasse	FRITSCH in G. S. WEST & FRITSCH	1927
796	17453	unbest. Conjugatophyceae	Conju_div	Conju		Fo1982		Conjugatophyceen, ohne die Indikatorata der Klasse	ENGLER	1892
794	17457	unbest. Cryptophyceae	Crypt_div	Crypt		HP1950(1968)		Cryptophyceen, ohne die Indikatorata der Klasse	FRITSCH in G. S. WEST & FRITSCH	1927
795	8878	unbest. Cyanobacteria	Cyano_div	Cyano		KA19/1; KA19/2; IKSEI1999		Cyanobakterien, ohne die Indikatorata der Klasse		
798	17458	unbest. Dinophyceae	Dino_div	Dino		PP1990		Dinophyceen, ohne die Indikatorata der Klasse	FRITSCH in G. S. WEST & FRITSCH	1927
799	7852	unbest. Euglenophyceae	Eugl_div	Eugl		HP1955		Euglenophyceen, ohne die Indikatorata der Klasse	SCHOENICHEN	1925
358		unbest. Glenodiniopsidaceae	Peridinales	Dino		PP1990		Glenodiniopsidaceae, ohne die Indikatorata der Gruppe		
1299	17460	unbest. Haptophyceae	Hapto_div	Hapto		Starmach1986		Prymnesiophyceae, ohne die Indikatorata der Klasse	T. CHRISTENSEN ex P. C. SILVA	1980
805	8885	unbest. Hormogonales	Cyano_div	Cyano		KA19/2; IKSEI1999		Nostocales oder Oscillatoriales	G. F. ATKINSON	1905
802	8230	unbest. Oscillatoriales	Oscillator	Cyano		KA19/2		Oscillatoriales, o. Limnotherix, Oscillatoria, Planktolingbya, Plankthothrix u. Pseudanabaena	ELENKIN	1934
803	6947	unbest. pennate Diatomeen	Pennales	Bacill		KL2/1-4		Pennales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	G. KARSTEN	1928
542	17459	unbest. Peridinales	Peridinales	Dino		PP1990		Peridinales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	SCHÜTT	1896
1216	17462	unbest. Prasinophyceae	Prasi_div	Prasi		Ettl1983		Prasinophyceae, ohne Tetraselmis cordiformis	T. CHRISTENSEN ex P. C. SILVA	1980
1302	17463	unbest. Raphidophyceae		Raph		HP1950(1968);79-93 (als Chloromonadophyceae)		Raphidophyceae	CHADEFAUD ex P. C. SILVA	1980
898	7802	unbest. Ulotrichales	Ulotrichales	Ulvo		John et al. 2002		Ulotrichales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	BORZI	1895
806	7070	unbest. Volvocales	Volvocales	Chloro		Ettl1983:190-766 (als Chlamydomonadophyceae)		Volvocales, ohne die Indikatorata dieser Ordnung	OLTMANN	1904
1041	17464	unbest. Xanthophyceae	Xanth_div	Xanth		Ettl1978 oder KF1983		Xanthophyceae, ohne die Indikatorata der Klasse	P. ALLORGE ex FRITSCH	1935
807	17455	unbest. Zygnematales	Zygnematal	Conju		Ka1984:532 pp.		Zygnematales, ohne Mougeotia		
809		unbest. Picoplankton	divers	divers				Unbestimmtes Picoplankton		
811	7290	Uroglena	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:204	×	Uroglena	EHRENBERG	1835
810	7601	Uroglena americana	Ochromonad	Chrys		Starmach1986:212	×	Uroglena	CALKINS	1892
695	17417	Vitreochlamys	Volvocales	Chloro		Ettl1983:538 (als Sphaerellopsis)		Vitreochlamys	A. BATKO	1970
814	7702	Volvox	Volvocales	Chloro		Ettl1983:759	×	Volvox	LINNAEUS em. EHRENBERG	1830

Taxon-ID	DV-Nr.	Taxonname	Ordnung (z. T. Abk.)	Klasse (Abk.)	HF	ID-Werk: Seite	Seen PTSI	Vorschlag für die Mindestbestimmungstiefe für die Seebewertung	Erstbeschreibung	
									Acanthoceras zachariasii	Jahr
812	7027	Volvox aureus	Volvocales	Chloro		Ettl1983:761	×	Volvox	EHRENBERG	1832
813	7907	Volvox globator	Volvocales	Chloro		Ettl1983:761	×	Volvox	LINNAEUS	1758
496	17419	Westella	Chlorococc	Chloro		KF1983:764		Westella	DE WILDEMAN	1897
1244	7305	Westella botryoides	Chlorococc	Chloro		KF1983:765		Westella	(W.WEST) DE WILDEMAN	1897
816	17420	Willea	Chlorococc	Chloro		KF1983:774		Willea, o. W. irregularis u. vilhelmii	SCHMIDLE	1900
815	7291	Willea irregularis	Chlorococc	Chloro		KF1983:775	×	Willea irregularis	(WILLE) SCHMIDLE	1900
817	17101	Willea vilhelmii	Chlorococc	Chloro		KF1983:775	×	Willea vilhelmii	(FOTT) KOMÁREK	1974
853	17098	Woloszynskia	Peridinales	Dino		PP1990:140		Woloszynskia	R. H. THOMPSON	1951
818	7461	Woloszynskia pseudopalustris	Peridinales	Dino		PP1990:144		Woloszynskia	(WOLOSZYNSKA) KISELEV	1954
819	7292	Woloszynskia tenuissima	Peridinales	Dino		PP1990:147		Woloszynskia	(LAUTERBORN) THOMPSON	1950
822	8190	Woronichinia	Chroococca	Cyano		KA19/1:207		Woronichinia, o. W. compacta u. naegeliana	ELENKIN	1933
820	8808	Woronichinia compacta	Chroococca	Cyano		KA19/1:210	×	Woronichinia compacta	(LEMMERMANN) KOMÁREK & HINDÁK	1988
1321	8228	Woronichinia elorantae	Chroococca	Cyano		KA19/1:214		Woronichinia, o. W. compacta u. naegeliana	KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ	1992
1322	8229	Woronichinia karelica	Chroococca	Cyano		KA19/1:214		Woronichinia, o. W. compacta u. naegeliana	KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ	1992
821	8189	Woronichinia naegeliana	Chroococca	Cyano		KA19/1:210	×	Woronichinia naegeliana	(UNGER) ELENKIN	1933
823	6789	Zentrale Diatomeen	Centrales	Bacill		KL2/1-4		Centriche (solitäre) Diatomeen in Größenklassen zählen und im gesonderten Präparat bestimmen, ohne einige durch Utermühl bestimmbare Indikator-taxe der Ordnung	G. KARSTEN	1928
825	6789	Zentrale Diatomeen <5 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen <5 µm	G. KARSTEN	1928
827	6789	Zentrale Diatomeen >20 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen >20 µm	G. KARSTEN	1928
828	6789	Zentrale Diatomeen >30 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen >30 µm	G. KARSTEN	1928
829	6789	Zentrale Diatomeen 10–15 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 10–15 µm	G. KARSTEN	1928
833	6789	Zentrale Diatomeen 15–20 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 15–20 µm	G. KARSTEN	1928
834	6789	Zentrale Diatomeen 20–25 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 20–25 µm	G. KARSTEN	1928
835	6789	Zentrale Diatomeen 25–30 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 25–30 µm	G. KARSTEN	1928
836	6789	Zentrale Diatomeen 30–35 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 30–35 µm	G. KARSTEN	1928
837	6789	Zentrale Diatomeen 35–40 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 35–40 µm	G. KARSTEN	1928
838	6789	Zentrale Diatomeen 40–45 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 40–45 µm	G. KARSTEN	1928
840	6789	Zentrale Diatomeen 5–10 µm	Centrales	Bacill		KL2/1-4		centriche Diatomeen 5–10 µm	G. KARSTEN	1928
926	7293	Zygnema	Zygnematal	Conju		Ka1984:144		Zygnematales, ohne Mougeotia	C. AGARDH	1824

